

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬ-
КОГО»**

ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра хімічного полімерного і силікатного машинобудування
Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

«На правах рукопису»

УДК 62-1/-9

допущено»

«До захисту

Завідувач кафедри

_____ Гондляр О.В.

« _____ » _____ 2019р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 133 – Галузеве машинобудування

спеціалізація Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів

на тему: Машина для лиття під тиском з модернізацією прес-форми

виконав студент 2 курсу, групи ЛП-81мп

Дудка В. А.
(прізвище, ім'я, по батькові)

Науковий керівник Колосов О.Є.

Консультант (модернізація) проф. Щербина В.Ю. _____

Консультант (ТМ та Е) ст. викл. Борщик С.О. _____

Рецензент

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань

Студент

Київ 2019 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра хімічного полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою
Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування

Спеціалізація - Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ О.В.Гондлях
«___» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Дудці Валентину Андрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Машина для лиття під тиском з модернізацією прес-форми
Науковий керівник дисертації доц. Казак І.О.,
затверджений наказом по університету від « 01 » 11 2019 р. № 3807-с _____
2. Строк подання студентом дисертації 10.12.2019 р.
3. Об'єкт дослідження: Машина для лиття під тиском
4. Предмет дослідження: ливниковий отвір і система виштовхування прес-форми. До складу предмету дослідження входить дослідження напружено-деформованого модернізованого вузла прес-форми.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: Магістерська дисертація включає такі розділи: Зміст, Вступ, Призначення та галузь розробляемого виробу, Технічні характеристики базової машини, Опис базової конструкції, її основних частин та принципу дії, Літературно огляд, Обґрунтування запропонованої модернізації, Розрахунки, Технологія монтажу та експлуатації, Охорона праці, Стартап-проект, Висновки, Перелік посилань, Додатки.
6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Машина для лиття під тиском з модернізацією прес-форми - 1 лист, А1; Прес-форма з модернізацією ливника - 1 лист, А1; Прес-форма з модернізацією системи виштовхування - 1 лист, А1; Завантажувальний бункер - 1 лист, А1 Матеріальний циліндр - 1 лист, А1; Розрахунок базового і модернізованого ливників у системі Ansys - 1 лист, А1; Розрахунок похилого виштовхувача у системі Ansys- 1 лист, А1;
7. Орієнтовний перелік публікацій: тези доповіді на тему: "Прес-форма для лиття полімерів під тиском", та "Прес-форма для лиття під тиском полімерів"

8. Консультанти розділів дисертації

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|----------------------------------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Монтаж і експлуатація обладнання | Борщик С.О., ст.викл. | | |
| Модернізація | Щербина В.Ю., проф. | | |
| Перевірка на оригінальність | Щербина В.Ю., проф. | | |

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

| № з/п | Назва етапів виконання магістерської дисертації | Строк виконання етапів магістерської дисертації | Примітка |
|-------|---|---|----------|
| 1 | Вступ. Опис машини для лиття під тиском | 28.10-31.10.19 | |
| 2 | Технічні характеристики термопластавтомата | 01.11-05.11.19 | |
| 3 | Літературний огляд, патентний пошук, вироблення мети роботи, Вибір модернізації | 6.11-12.11.19 | |
| 4 | Охорона праці | 13.11-17.11.19 | |
| 5 | Стартап-проект | 18.11-21.11.19 | |
| 6 | <u>Розрахунок елементів базової конструкції</u> | 22.11-29.11.19 | |
| 7 | <u>Модернізація установки</u> | 30.11-4.12.19 | |
| 8 | Монтаж та експлуатація машини | 5.12-14.12.19 | |
| 9 | Висновки, перелік посилань | 15.12-24.12.19 | |
| 10 | Оформлення ПЗ | 25.12-28.12.19 | |
| 11 | Оформлення креслень | 29.11-10.12.19 | |

Студент

_____ Дудка В.А.
(підпис)

Керівник дисертації

_____ Колосов О.Є.
(підпис)

Реферат

«Машина для лиття під тиском з модернізацією прес-форми»
магістерської дисертації освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського.

Керівник: Колосов О. Є., 2019- __с. Відповідальний виконавець: Дудка В.А.

Магістерська дисертація освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» складається зі вступу, 9 розділів, висновків і додатків. Загальний обсяг роботи становить ____ сторінок основного тексту, ____ креслень.

Темою даної магістерської дисертації є машина для лиття під тиском типу «Термопластавтомат» з модернізацією прес-форми.

Термопластавтомат(ТПА)- автоматизована машина для лиття пластмас під тиском, є універсальним обладнанням для отримання поштучних виробів з пластмас.

Об'єкт досліджень: Машина для лиття під тиском

Предмет дослідження: ливниковий отвір і система виштовхування прес-форми. До складу предмету дослідження входить дослідження напружено-деформованого модернізованого вузла прес-форми.

Мета дослідження: розробка інженерно-технічних рішень вдосконалення конструкції машини для лиття під тиском нове конструктивне виконання якого забезпечить та підвищить ефективність роботи машини

Актуальність: Актуальними питаннями є зменшення енерговитрат, підвищення продуктивності, ефективності роботи машини для лиття під тиском, що можна досягти шляхом модернізації й оптимізації наявного устаткування.

Ключові слова: Машина для лиття під тиском; прес-форма; ливник; система виштовхування.

Abstract

"Die Casting Machine with Mold Update" Master's Thesis of Master's Degree of NTUU "KPI" them. Igor Sikorsky.

Leader: Kolosov OE, 2019- __c. Responsible in charge: Dudka VA

The Master's Thesis of the educational-qualification level "Master" consists of an introduction, 8 sections, conclusions and appendices. The total volume of work is ___ pages of the main text, ___ drawings.

The topic of this master's thesis is a injection molding machine of the type "Thermoplastic Machine" with the modernization of the mold.

Automatic molding machine (AMM) - an automated machine for injection molding of plastics, is a universal equipment for receiving plastic plastic products.

Object of research: automatic molding machine

Subject of study: mechanical parameters and performance of the mold unit. The subject of study includes the study of stress-strain state of the base and modernized node of the mold.

Purpose of the research: development of engineering and technical solutions for improving the design of the automatic molding machine a new structural implementation which will provide and increase the efficiency of the machine

Topicality: Topical issues are reduction of energy consumption, increase of productivity, efficiency of the automatic molding machine, which can be achieved by modernization and optimization of the existing equipment.

Keywords: Injection molding machine; mold; ejection system.

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ

$V_{виробу}$ - об'єм ливникової деталі, м³;
 P_p - зусилля інжекції, МПа;
 P_z - тиск у гідросистемі, МПа;
 $Q_{шт}$ - штучна продуктивність машини, шт/год;
 Q_v - вагова продуктивність машини, кг/год;
 μ – в'язкість, в зазорі каналу, Па*с;
 n – частота обертів черв'яка, хв⁻¹;
 γ - швидкість зсуву, с⁻¹;
 α – коефіцієнт прямого потоку, м³;
 β – коефіцієнт зворотного потоку, м³;
 $M_{кр}$ - крутний момент, що діє на черв'як, Н/м;
 η - КПД приводу, %;
 L – довжина черв'яка, м;
 D – діаметр черв'яка, м;
 E – модуль пружності, МПа;
 σ - навантаження, Мпа;
 Δ_T – оцінне значення технологічної похибки;
 $\tau_{ох}$ - час охолодження відливка, с;
 t - температура розплаву в зоні сопла, °С

| | | | | | | | | |
|-----------|----------|----------|--------|------|--|------|------|---------|
| | | | | | ЛП81мп.02113.000-70ПЗ | | | |
| | | | | | | | | |
| Змн | Лист | № докум. | Підпис | Дата | Машина для лиття під тиском з модернізацією прес-форми | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Розроб. | Дудка В. | | | | | | | |
| Перевір. | Колосов | | | | | | | |
| Реценз. | | | | | | НТУУ | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | | | |

ЗМІСТ

| | |
|--|-----------|
| ВСТУП | 4 |
| 1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРОБЛЯЄМОГО ВИРОБУ..... | 13 |
| 2. ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗОВОЇ МАШИНИ..... | 14 |
| 3.ОПИС БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ, ЇЇ ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИП ДІЇ..... | 15 |
| 3.1.Опис конструкції ТПА. | 15 |
| 3.2.Принцип дії термопластавтомата..... | 16 |
| 4. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД..... | 17 |
| 4.1 Аналіз відомих рішень | 17 |
| 4.2 Обґрунтування модернізацій | 23 |
| 4.3 Опис модернізацій | 25 |
| Побудова 3d-моделі модернізованої конструкції прес-форми.. | 29 |
| 6. РОЗРАХУНКИ | 37 |
| 6.1 Параметричні розрахунки | 37 |
| 6.1.1. Розрахунок оптимальної гніздності форми. | 37 |
| 6.1.1.1. Дослідження технологічності пластмасового виробу... 37 | |
| 6.1.1.2. Розрахунок об'єму відливки..... | 38 |
| 6.1.1.3. Розрахунок для 4-х місцевої форми | 38 |
| 6.1.1.4. Розрахунок центрального ливникового каналу | 39 |
| 6.1.1.5. Річна продуктивність термопластавтомата. | 40 |
| 6.1.2. Розрахунок геометричних параметрів черв'яка за умов забезпечення заданих параметрів лиття. | 41 |
| 6.1.2.1. Співвідношення для розрахунку діаметра черв'яка D1, що забезпечує необхідний об'єм вприску за цикл Vн..... | 41 |
| 6.1.2.3. Розрахунок геометрії черв'яка..... | 42 |
| 6.1.3. Енерго-силовий розрахунок пластикатора | 43 |
| 6.2. Розрахунки на жорсткість і міцність | 44 |
| 6.2.1. Розрахунок виштовхувальної системи..... | 44 |

| | |
|--|----|
| 6.2.2. Розрахунок похилих виштовхувачів на стійкість | 45 |
| 6.2.3. Міцнісний розрахунок черв`яка | 46 |
| 6.2.4. Розрахунок на жорсткість. | 47 |
| 6.3.Розрахунок матеріального циліндра | 48 |
| 6.3.1 Розрахунок напруг від дії тиску | 48 |
| 6.3.2. Розрахунок температурних напруг | 49 |
| 6.4. Теплові розрахунки. | 51 |
| 6.4.1.1. Тепловий розрахунок форми. | 51 |
| 6.4.1.1.1. Час циклу. | 51 |
| 6.4.1.1.2. Кількість теплоти що відводиться хладагентами | 52 |
| 6.4.1.1.3. Витрата хладагента через пуансон і матрицю | 52 |
| 6.4.1.1.4. Площа поперечного перерізу пуансона | 53 |
| 6.4.1.1.5. Діаметр каналів пуансона и матриць..... | 53 |
| 6.4.1.1.6. Довжина каналів пуансона і матриць | 53 |
| 6.4.2.Тепловий розрахунок пластикатора | 53 |
| 6.5.Розрахунок нагрівачів опору | 56 |
| 6.6. Розрахунок фланцевого з'єднання :..... | 58 |
| 6.7. Розрахунок гідроциліндра впорскування | 61 |
| 6.8. Тепловий розрахунок модернізованого та стандартного | 64 |
| ливників в системі Ansys | 64 |
| 6.9. Розрахунок деформацій і напружень похилого | 66 |
| виштовхувача у системі Ansys..... | 66 |
| 7.МОНТАЖ..... | 70 |
| 8.ОХОРОНА ПРАЦІ. | 78 |
| 8.1. Виявити шкідливі та небезпечні виробничі чинники..... | 78 |
| 8.2. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів. | 78 |
| 8.2.1Мікроклімат..... | 78 |
| 8.2.2. Вентиляції | 82 |

| | |
|--|----|
| 8.2.4. Промислового освітлення . | 83 |
| 8.2.5 Електробезпека.... | 84 |
| 8.2.6. Пожежна безпека. | 84 |
| 8.2.7. Безпека впливу частин, що рухаються і обертаються. | 85 |
| 8.3. Розрахунок шуму... | 86 |
| 8.4 Висновок. | 87 |
| 9 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ | 89 |
| 9.1 Опис ідеї стартап-проекту..... | 89 |
| 9.2 Технологічний аудит ідеї стартап-проекту | 91 |
| 9.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту | 92 |
| 9.4 Розроблення ринкової стратегії стартап-проекту..... | 92 |
| ВИСНОВКИ | 95 |
| ЛІТЕРАТУРА | 96 |
| ДОДАТКИ | 99 |

ВСТУП

В магістерській дисертації на тему: „Машина для лиття під тиском з модернізацією прес-форми” були розроблені такі вузли конструкції термопластавтомату: система виштовхування, механізм впорскування, завантажувальна горловина.

У розрахунковій частині дисертації виконані розрахунки, які підтверджують працездатність термопластавтомату: параметричні розрахунки, розрахунки на міцність, теплові.

У дисертації виконані розрахунки у системі Ansis..

Зроблено літературно - патентний огляд, розглянуті і вивчені патенти, щодо модернізації термопластавтомату.

Термопластавтомат(ТПА)- автоматизована машина для лиття пластмас під тиском, є універсальним обладнанням для отримання поштучних виробів з пластмас.

Об’єкт досліджень: термопластавтомат.

Предмет дослідження: система впорскування і система виштовхування прес-форми. До складу предмету дослідження входить дослідження напружено-деформованого стану базового та модернізованого вузла прес-форми.

Мета дослідження: розробка технічних рішень вдосконалення конструкції термопластавтомата нове конструктивне виконання якого забезпечить та підвищить ефективність роботи машини .

Актуальність: Актуальними питаннями є зменшення енерговитрат, деформації деталі та підвищення продуктивності, термопластавтомата, що можна досягти шляхом модернізації.

Завдання досліджень:

1. Виконати літературно-патентний пошук та аналіз існуючих умов експлуатації машин для лиття під тиском, обрати модернізацію та недоліки для усунення.
2. На підставі отриманих в результатів літературно-патентного пошуку недоліків, обрати технічні рішення спрямовані на їх усунення.
3. Провести розрахунки для підтвердження працездатності модернізованої конструкції.
4. Зробити порівняльний аналіз отриманих результатів розрахунків базової та модернізованої установки.

1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ РО- ЗРОБЛЯЄМОГО ВИРОБУ.

Винахід відноситься до технологічної оснастки для виготовлення виробів з полімерів.

Виріб являє собою ливник, який рухається під тиском полімеру. Виріб застосовується в прес-формах для лиття під тиском.

Точність пластмасового виробу побутового призначення не може відповідати допускам металевих виробів у зв'язку з розкидом фізичних властивостей перероблюваних термопластів у різних партіях сировини та існуючими відмінностями технологічних режимів переробки.

Експлуатаційні вимоги.

Виріб повинний зберігати свою міцність і геометрію своєї поверхні протягом тривалого періоду часу.

Технічні вимоги.

Ливник повинен бути геометрично точний, не мати усадочних тріщин, раковин і інших дефектів.

2. ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗОВОЇ МАШИНИ.

Табл 2.1 Технічна характеристика

| Параметри | Значення |
|--|----------|
| Найбільший об'єм відливки в | 63 |
| Найбільша площа відливки в | 240 |
| Зусилля інжекції в кН | 112 |
| Питомий тиск інжекції в МПа | 140 |
| Зусилля змикання форми в тс | 200 |
| Загальна потужність електрообігріву в кВт | 7 |
| Довжина, мм | 3900 |
| Ширина, мм | 1300 |
| Висота, мм | 1740 |
| Маса машини в кг | 5500 |

3.ОПИС БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ, ЇЇ ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИП ДІЇ.

3.1.Опис конструкції ТПА.

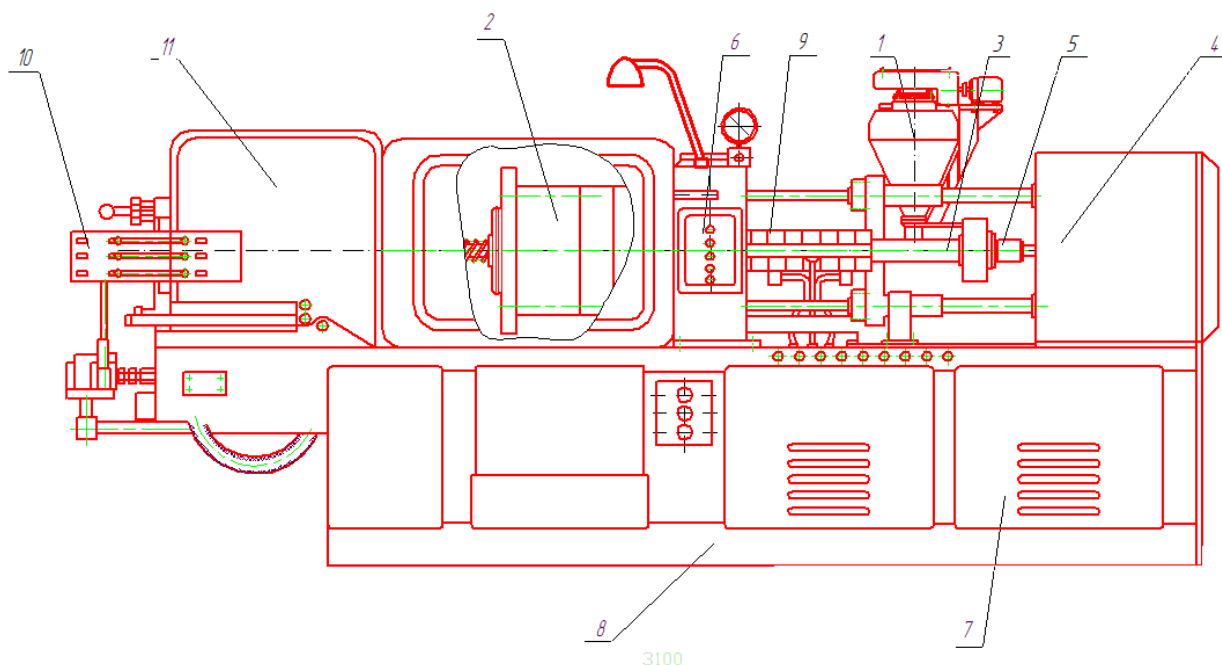


Рис. 3.1 Термопластавтомат.

Термопластавтомат складається з наступних основних вузлів: інжекційного, пресового, приводу і управління [14]. Інжекційний вузол включає бункер 1 для подачі пластмаси в машину, гідроциліндр інжекційного вузла 3, гідроциліндр інжекції 4 з штоком 5, гідросистему 7, механізм змикання 11, який закриває прес-форму 2, циліндр пластикації 9 та станину 8. Також в машині є командний блок 10 та пульт керування 6, в якому задаються параметри роботи машини. Основне призначення інжекційного вузла: Пластикація пластмаси (розм'якшення і нагрівання до необхідної температури), упорскування (переміщення) підготовленої за пласти-

фікації дози розплаву в форму під дією розвивається в гідроциліндрі уприскування тиску.

3.2.Принцип дії термопластавтомата.

При увімкненні живлення термопластавтомату, вмикається командний автомат який вмикає живлення черв'ячного пластифікатора, та живлення теплової автоматики, тим самим вмикає нагрівачі зон обігріву. Після виходу ТПА на свій температурний режим „на температурний режим переробки полімеру”, командний автомат вмикає живлення електродвигунів насосної станції, робоча рідина подається насосами з ємності в відводи гідроблоку управління 8 та через нормально відкриті клапани повертається через зливні відводи в ємність. Це відповідає режиму холостого ходу гідроприводу[13].

При подачі управляючого сигналу на будь-який з електромагнітів УА9, УА13, УА8, проходить запирання клапанів і потік робочої рідини через діафрагми та зворотні клапани поступає в напорну магістраль гідропроводу.

Гідророзподільни, призначений для управління переміщенням гідроциліндрів підводу сопла. При обезструмлених електромагнітах всі робочі канали замкнено, при подачі управляючого сигналу на УА3 напорна магістраль з'єднується через напорний клапан дросельної плити та відвід зі штоковою порожниною гідроциліндру.

Робоча рідина з напорної магістралі поступає в напорні магістралі механізму запирання та впорскування через відводи .

При обертанні валу гідромотору поршні гц. витісняють рідину через відвід на запобіжний клапан , клапан пропускає рідину без підпору на злив.

4. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

4.1 Аналіз відомих рішень

При обґрунтуванні розробки форми для лиття під тиском була розглянута патентна та технічна документація і література.

В [1] запропонована литтєва форма для виготовлення полімерних виробів. Винахід відноситься до пристроїв для переробки полімерних матеріалів, зокрема до литтєвих форм для виготовлення виробів з термопластів методом лиття під тиском. Ціль винаходу - підвищення надійності видалення литникової системи й спрощення конструкції форми.

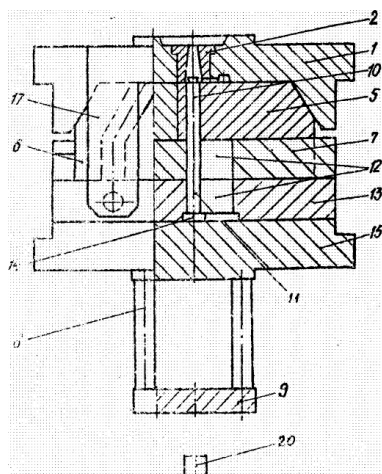


Рисунок. 4.1

В [2] винайдена литтєва форма для виготовлення полімерних виробів з отворами. Використання: в області переробки пластмас методом лиття під тиском при виготовленні литтєвих форм для тонкостінних виробів, що мають наскрізні або глухі отвори, типу шайб. Метою винаходу є підвищення надійності гарантованого скидання виштовхнутих виробів за рахунок використання пружної деформації виробу.

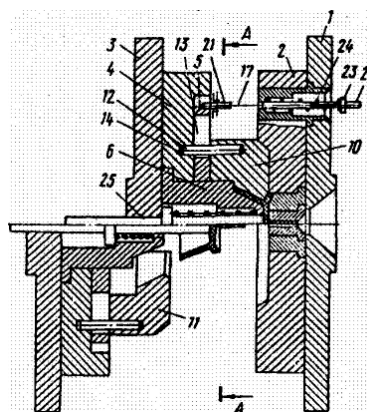


Рисунок. 4.2

В [3] литтєва форма дозволяє здійснити затримку розкриття руху повзунів з моменту початку розкриття форми. Ця форма містить нерухому й рухливу напівформи, розсувні напівматриці, розташовані на напрямних колонках, закріплених у рухливій напівформі, а також механізм переміщення напівматриць, виконаний у вигляді колонок із прорізами для кулачків, що контактують із конічними голівками колонок, розміщених по обидва боки рухливої напівформи, що направляють втулок, важелів і пружин, що зв'язують розсувні напівматриці з рухливою напівформою. Зазначена форма прийнята як прототип.

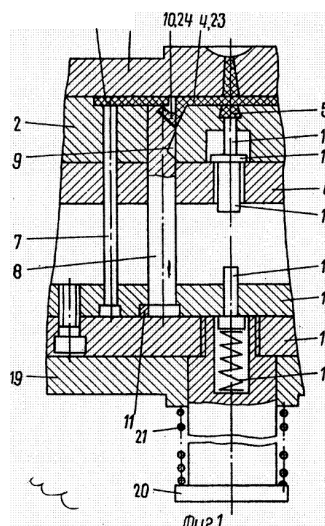


Рисунок. 4.3

В [5] винахід відноситься до технологічної оснастки для виготовлення виробів з полімеру. В основу винаходу поставлена задача створення такої прес-форми для лиття під тиском *полімерів*, яка шляхом введення нових елементів і нового виконання відомих, дозволила б підвищити продуктивність і зменшити енергоємність процесу лиття.

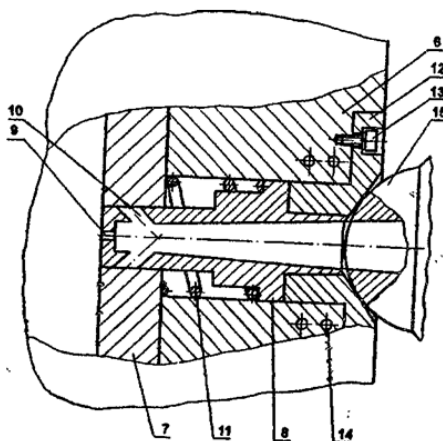


Рисунок 4.4

В [6] винахід відноситься до ливарного й виробництва з отримання виробів, в основному, з термопластичного полімеру литтям під тиском, переважно товстостінних виробів, а також і отримання виробів з інших матеріалів. Технічний результат, який досягається при використанні прес-форми по винаходу, полягає в спрощенні конструкції прес-форми і поліпшенні якості отримання виливків.

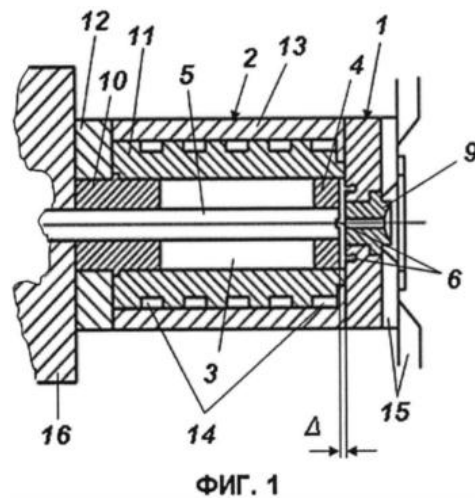


Рисунок 4.5

В [7] корисна модель відноситься до області технології лиття під тиском, зокрема до ливарної форми. Суть форми полягає у тому, що завдяки їй можна домогтися невеликої інверсії та демонтажу простору, заощаджуючи простір форми та високий вихід.

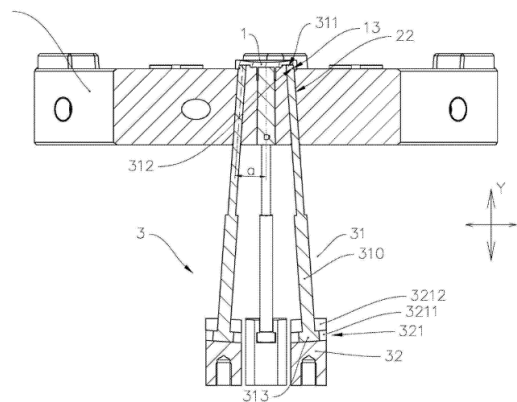


Рисунок 4.6

В [8] корисна модель відноситься до галузі транспортних засобів зокрема до прес-форми. Суть полягає в тому, що корисна модель скорочує процес вприску за рахунок збільшення кількості воріт, розплав конденсувати важче, втрати тепла невеликі, а якість виробу покращується.

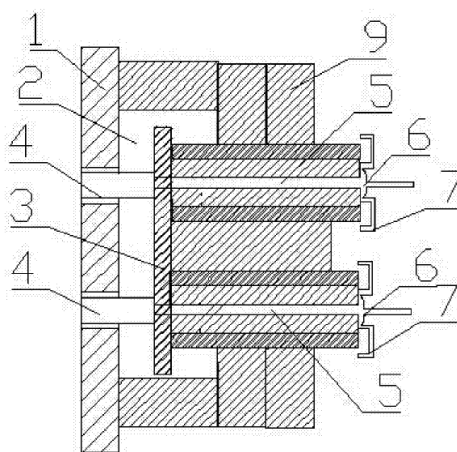


Рисунок 4.7

В [9] корисна модель відноситься до області технології лиття під тиском. Суть корисної моделі полягає в тому, що вона спрощує структуру прес-форми, знижує собвартість виготовлення форми та підвищує ступінь автоматичного виготовлення форми.

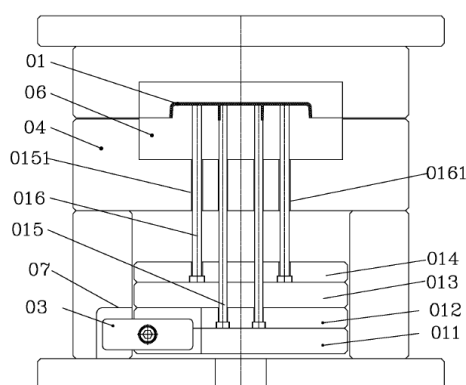


Рисунок 4.8

В[10] корисна модель відноситься до галузі лиття під тиском і прес-форми. Суть винаходу полягає у вирішенні проблеми пошкодження прокладки і низької точності та запропонувати ізоляційну прокладку, яка має низькі виробничі витрати, високу точність та простоту виготовлення.

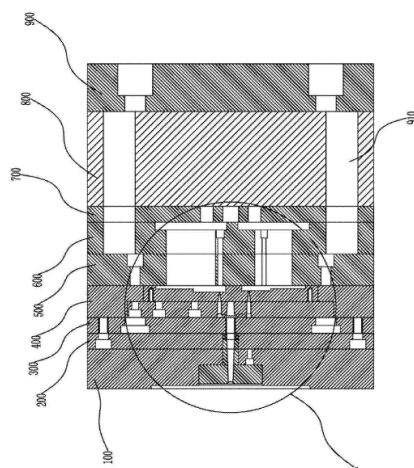


Рисунок 4.9

В [11] винахід відноситься до галузі технології лиття під тиском. Винахід дає змогу забезпечити швидке, постійне та ефективне виробництво, сприяє швидкій та стабільній заміні форми для різних типів заготовок, економить час та забезпечує стабільність виробничого обладнання.

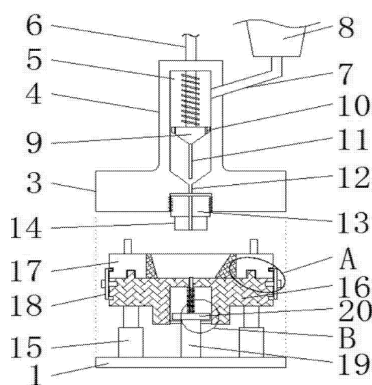


Рисунок 4.10

В [12] корисна модель відноситься до переробки пластмас методом лиття під тиском полімерних виробів. Суть корисної моделі полягає в формуванні отворів в важкодоступних місцях прес-форми з піднутренням.

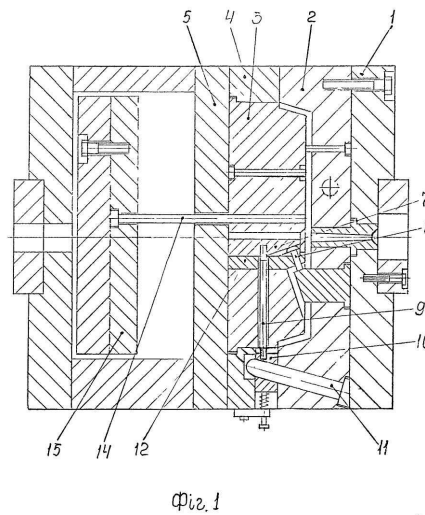


Рисунок 4.11

4.2 Обґрунтування модернізацій

Провівши ґрунтовний літературно-патентний огляд, прийшли до висновку, що найбільш актуальною буде розробка литникової втулки в якій бічні отвори виконані під гострим кутом до повздовжньої осі і додатково містить фланець, що обмежує рух втулки.

Також відома прес-форма для лиття під тиском полімерів, що містить рухому плиту з пневмоциліндром, пуансон та пуансонотримувач, який шарнірно закріплений на рухомій плиті, плиту зйомну, яка має можливість поздовжнього руху вздовж пуансона, нерухому плиту з матрицею та литниковою втупкою, яка має центральний литниковий отвір. Прес-форма надійна в роботі та має просту конструкцію. Однак литниковий отвір в відомій конструкції має постійний діаметр і під час впорскування, і під час підживлення відливаемого виробу. Тому його розміри визначаються умовою не допускання запікання полімеру до формуючої порожнини прес-форми при вийманні готового виробу, що призводить до необхідності використання литникового отвору малого діаметру. Це потребує висок тиску впорскування при використанні машин зі

змінним тиском і постійними об'ємними витратами полімеру, що підвищує енергоємність процесу лиття або до подовження часу впорскування при використанні машин з постійним тиском і змінними об'ємними витратами, що зменшує продуктивність виробництва.

Для другої модернізації було вирішено, що актуальною є розробка системи виштовхування виробу без використання бокових повзунів і додаткових площин рознімання, які ускладнюють форму та збільшують імовірність дефектів.

Основний корпус продукту для лиття під тиском повинен бути по суті у формі купола. У середині основного корпусу формується циліндричне виїмка, а з'єднувальний стовп розміщений на нижній поверхні виїмки. Виходячи назовні від основного корпусу, крім того, на периферійній стінці виїмки передбачено безліч підрізів, і кожен з підрізів проходить у радіальному напрямку основного корпусу до внутрішньої частини основного корпусу. Оскільки довжина подовжувача підрізу становить лише кілька десятків метрів і має вимогу до складання, відстань між коренем перевернутої застібки та зовнішньою периферійною стінкою з'єднувального стовпа становить лише кілька міліметрів у радіальному напрямку основного корпусу, що призводить до підриву. Позиційний простір занадто малий, так що коли формувальний виріб для лиття під тиском формується у формовочній формі, якщо для звільнення форми використовується звичайний косий предмет або інший механізм внутрішнього витягування серцевини, режим викиду може бути обраний лише для примусового вивільнення, але це буде. Як результат, деформація верхньої частини застібки на формованому виробі для ін'єкцій ускладнює забезпечення розміру застібки, а крім того, гумовий порошок утворюється

під час процесу примусового лиття, що призводить до високої швидкості дефекту виробу.

4.3 Опис модернізацій

В основу винаходу поставлена задача створення такої прес-форми для лиття під тиском *полімерів*, яка шляхом введення нових елементів і нового виконання відомих, дозволила б підвищити продуктивність і зменшити енергоємність процесу лиття

Поставлена задача вирішується тим, що прес-форма для лиття під тиском полімерів містить рухому плиту з пневмоциліндром, ливник та ливникову втулку (Рис.4.3.1), яка шарнірно закріплений на рухомій плиті, плиту зйомну, яка має можливість поздовжнього руху вздовж пуансона, нерухому плиту з матрицею та литниковою втулкою, яка має центральний литниковий отвір, згідно винаходу, додатково містить пружний елемент, встановлений з можливістю взаємодії з литниковою втулкою, литникова втулка додатково має бічні литникові отвори в частині, прилеглій до матриці, виконана із ступінчасто-змінним діаметром зовнішньої поверхні та встановлена з можливістю зворотно-поступального руху у напрямку поздовжньої осі

Прес-форма для лиття під тиском полімерів містить рухому плиту, пневмоциліндр, пуансон, нерухомо закріплений на пуансоноутримувачі, який шарнірно з'єднаний з рухомою плитою, плиту зйому. розміщену на пуансоні з можливістю зворотно поступального руху у, напрямку поздовжньої осі, нерухому плиту з закріпленою на ній матрицею, литникову втулку з центральним литниковим отвором та бічними литниковими отворами. пружний елемент, фланець на гвинтовому кріпленні, канали для підігрівання литникової втулки(Рис.4.3.2) .

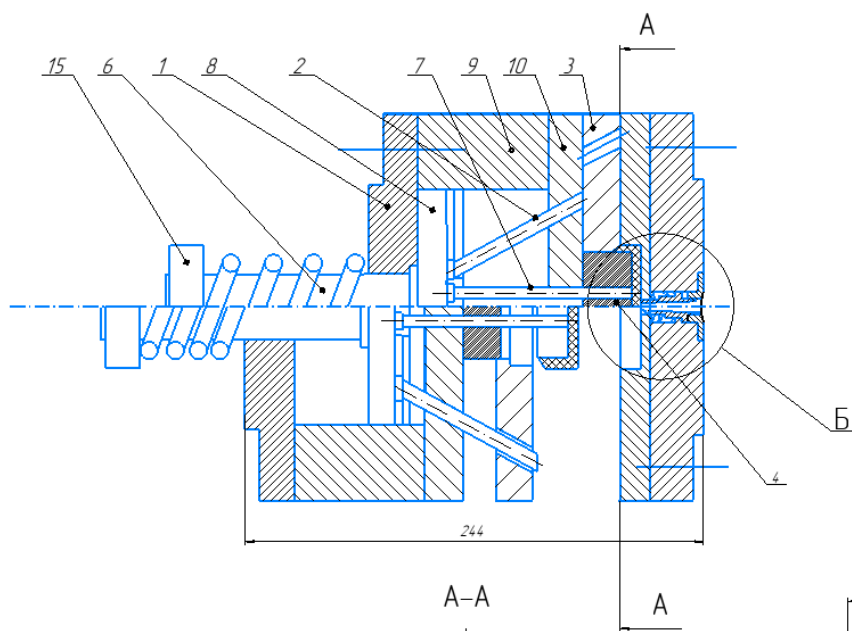


Рис. 4.3.1 Прес-форма.

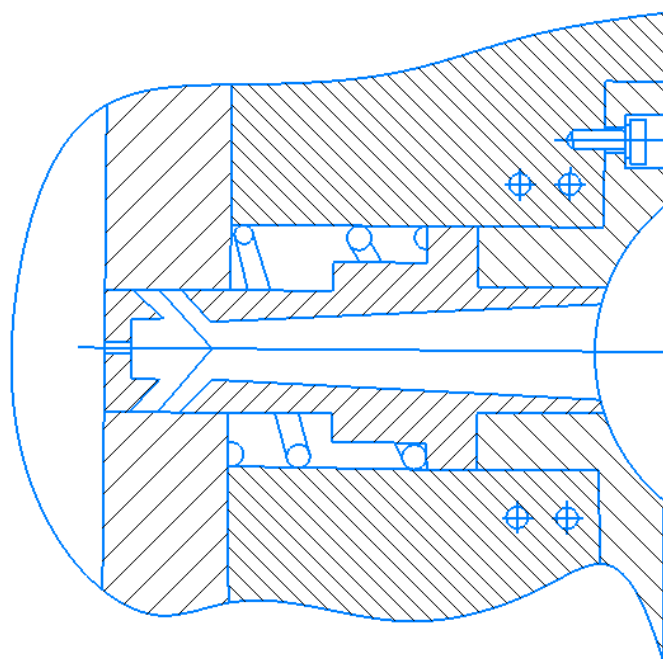


Рис. 4.3.2 Модернізований ливник.

В другій модернізації поставлена задача така, що конструкція форми повинна виконуватися відповідно до конкретної структури виробу. У процесі проектування форми на виробі часто можуть зустрічатися різні види підрізів, так що структуру форми потрібно

перевертати відповідно до структури застібки. Визначено, що перевернута застібка утворена похилим верхнім механізмом або механізмом витягування сердечника, а режим знесення і напрямок знесення між сформованою перевернутою застібкою та формувальним елементом визначаються відповідно до структури перевернутої застібки.

Для вирішення вищезазначених проблем головним завданням цього винаходу є створення прес-форми, здатної досягти невеликого простору інверсії простору, заощаджуючи простір форми та маючи високий вихід. Для досягнення основної мети цього винаходу корисна модель передбачає форму для лиття під тиском, яка містить заднє серцевину форми і косий верхній вузол, де задня серцевина формочки забезпечена першою формовою частиною та косою групою направляючого отвору та похилим направляючим отвором. Група включає в себе декілька косих направляючих отворів, розподілених по окружному напрямку першої формовочної частини, і декілька косих направляючих отворів проникають у задню серцевину форми і проникають у першу формувальну частину вздовж отвору та замикання форми для лиття під тиском тощо. Усі похилі направляючі отвори всі нахилені до першої формуючої частини, похилий верхній блок містить декілька похилих вершин і декілька похилих сидінь, похилий верх встановлений в похилому направляючому отворі, і перший кінець кожного похилого елемента встановлюється. Існує друга формувальна частина, безліч косоутворених другій формовочної частини та першої формовочної частини, а друга формувальна частина кожної косої частини забезпечена перевернутою формовою порожниною, кожна похила верхівка Сидіння відповідно переміщуються відносно заднього сердечника формочки вздовж напрямку відкривання та закривання форми, і кожне з похилих верхніх сидінь забезпечено

розсувною канавкою, а другий кінець нахиленої верхівки коріння ковзним чином встановлений у висувній канавці похилого верхнього сидіння.

Прес-форма для лиття під тиском, що включає заднє серцевинне лиття, забезпечене першою формовочною частиною і похилою групою направляючого отвору, і безліч косих верхів і декілька похилих верхніх блоків сидіння, нахилену групу направляючого отвору, що містить декілька уздовж першого Косий направляючий отвір, розподілене в окружному напрямку формувальної частини, уздовж напрямку відкривання та закриття шприцевої форми, декілька косих направляючих отворів проникають у заднє серцевину форми і проникають у першу формувальну частину, а безліч косих направляючих отворів нахилені до першої формовочної частини, одна Косий верх встановлений у косому направляючому отворі, причому перший кінець кожного косою елемента забезпечений другим формувальною частиною, а другий формуючою частиною декілька косих деталей формується у формуюче положення. Друга формуюча частина косою верху забезпечена перевернутою формовою порожниною, а декілька нахилених верхніх сидінь відповідно переміщуються відносно заднього сердечника формочки у напрямку відкриваючої та закриваючої форми, і кожне похиле верхнє сидіння забезпечено розсувним прорізом, що простягається до осі положення формування. Косий верхній шарнірно встановлений в жолобі похилого сидіння. Придатки для інжекцій мають переваги в тому, що можна реалізувати невеликий простір зворотної застібки, заощаджуючи простір форми та хороший вихід(Рис.4.3.3).

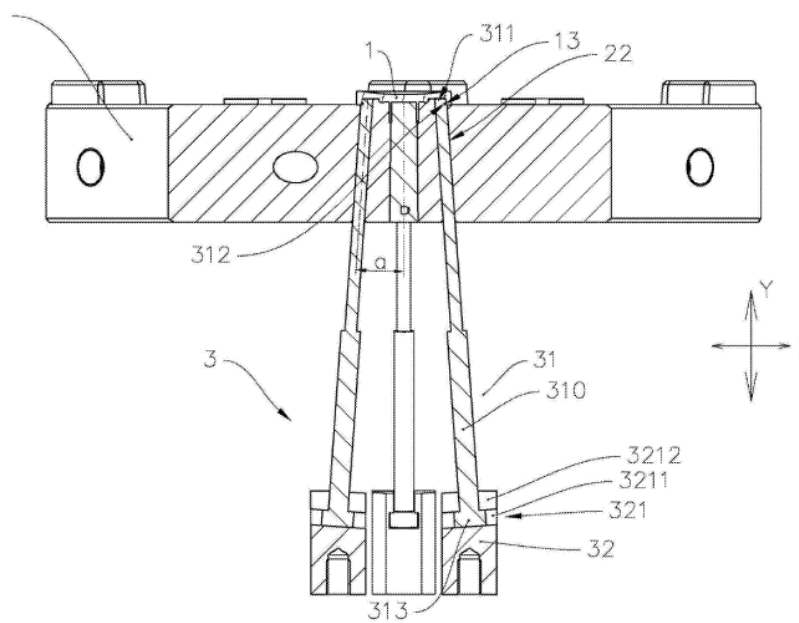


Рис. 4.3.3 Модернізована система виштовхування виробу.

5.8. Побудова 3d-моделі модернізованої конструкції прес-форми.

Починається побудова деталі в програмному забезпеченні САТІА таким чином:

В меню Start обираємо Mechanical Design – Part Design. Даємо ім'я деталі та функцією Sketch починаємо створювати об'єкт, обравши площину ху. У функції Restangle обираємо Centered Rectangle та будуємо піч. Проставляємо розміри .

Команди:

- Головне меню Start - це навігаційний засіб, призначений для перемикання між модулями програми. Зміст головного меню залежить від конфігурації або набору встановлених модулів.
- Exit - вихід з програми, Start або File – вихід з головного меню
- File - здійснюється створення, відкриття, збереження, друк файлів та ін.
- New from - створення нового файлу з уже наявного файлу.
- Open ... Для відкриття документа
- Close - застосовується для закриття документів.
- Save - застосовується для збереження існуючих документів.
- Save As - дозволяє зберегти документ під іншим ім'ям і в іншій теці.
- Undo – дозволяє скасувати дію.
- Repeat - використовується для відновлення останньої операції, виконання якої було скасовано.
- Cut - використовується для вирізання.

- Copy - використовується для копіювання.
- Paste - використовується для вставки елементів.
- Toolbars - головного меню View використовується для додавання і приховування панелей інструментів.
- Mirror – команда для віддзеркалювання.
- Hole - центрування отвору.
- Elonger hole - побудова шпоночного паза.
- Shaft - обертаємо навколо осі.
- Edit - вийти з ескізу.
- Pad - для витягування твердого тіла з ескізу.

Починаємо побудову деталі в програмному забезпеченні CATIA.

В меню Start обираємо Mechanical Design – Part Design

Даємо ім'я деталі та функцією Sketch починаємо створювати об'єкт, обравши площину ху.

У функції Restangle обираємо Centered Rectangle та будуємо ескіз деталі, який показано на рис. 4. Проставляємо розміри. Для цього робимо клік на кнопці Constraint, далі обираємо одну зі сторін прямокутника і обираємо місце розташування розмірної лінії та подвійним кліком викликаємо вікно, де вводимо необхідні нам розміри

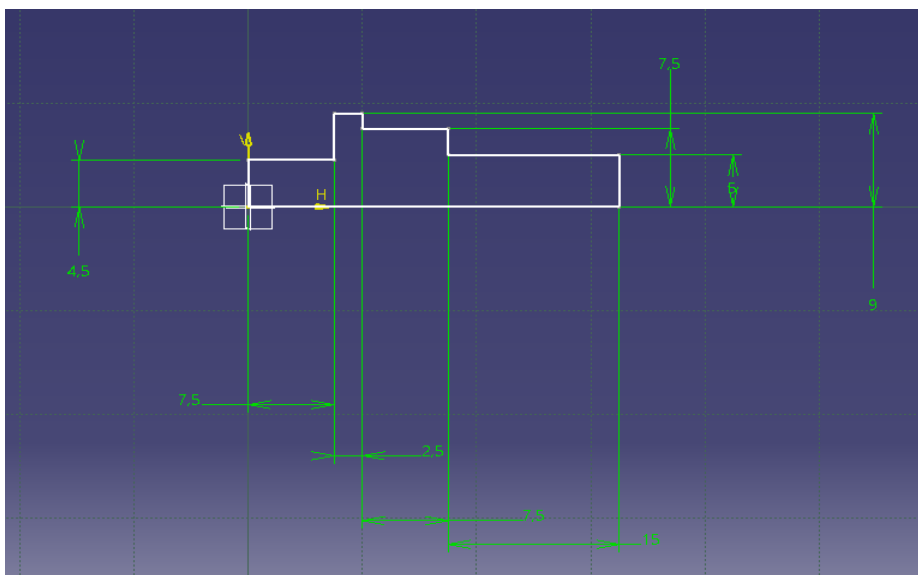


Рис. 5.1 Ескіз деталі

Exit workbench – командою виходимо з редагування ескізу.

Далі за допомогою команди “Shaft” створюємо 3д модель деталі.

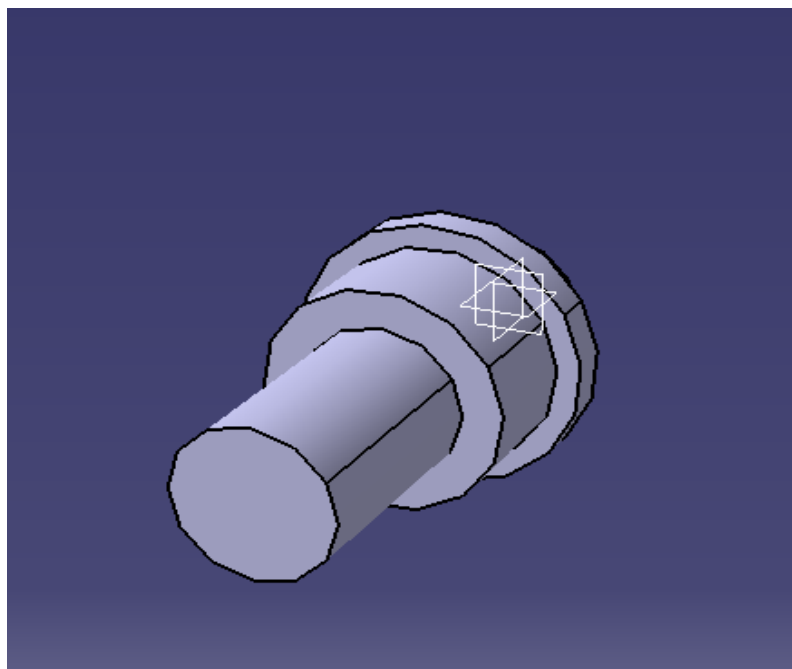


Рис. 5.2 Побудована 3д деталь.

Після цього нам необхідно створити отвори в деталі командою “Hole”.

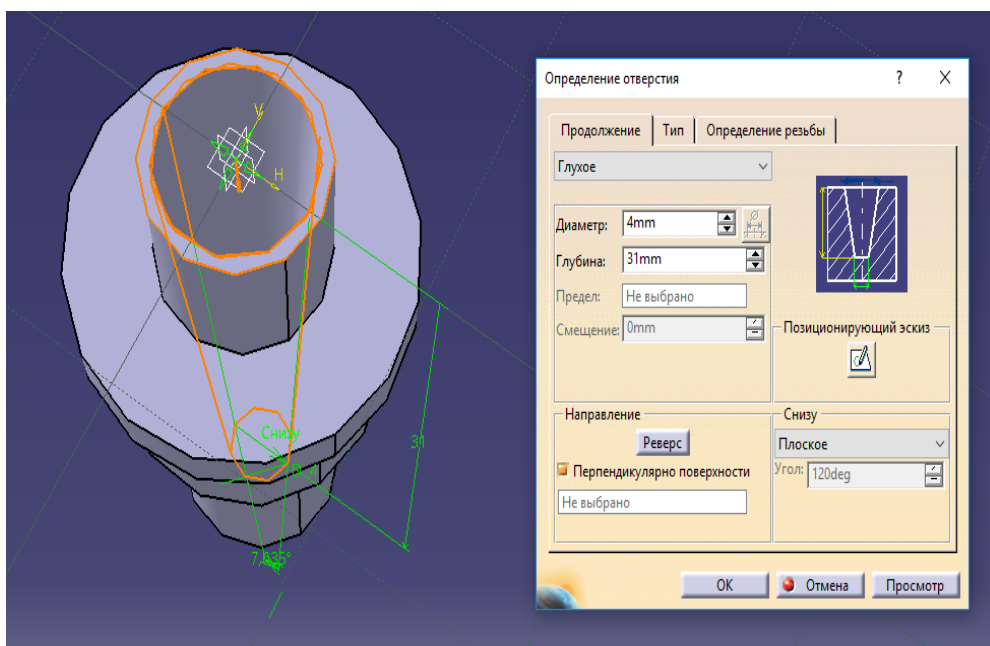
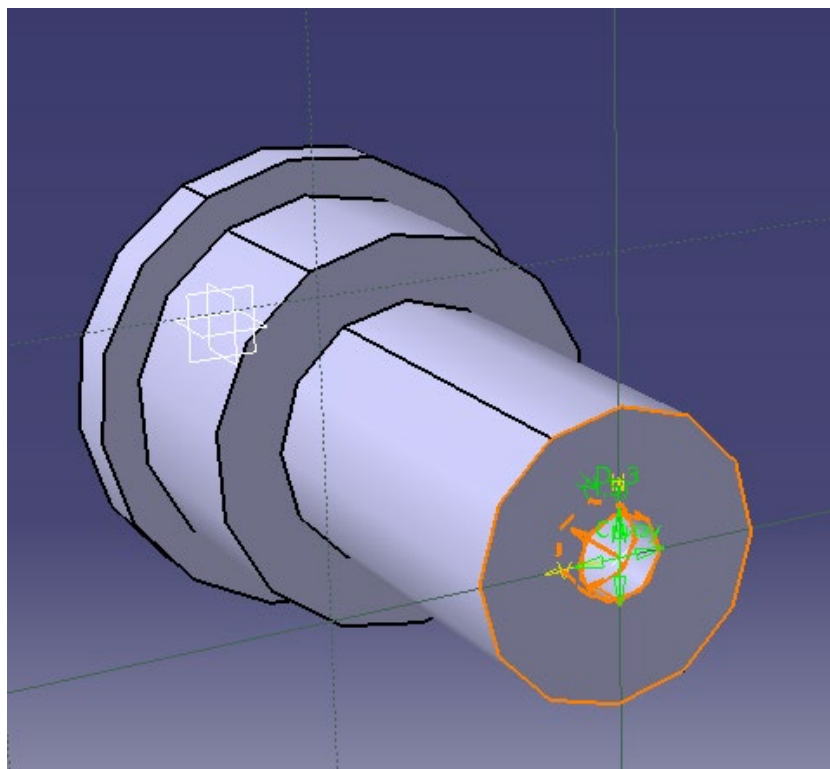
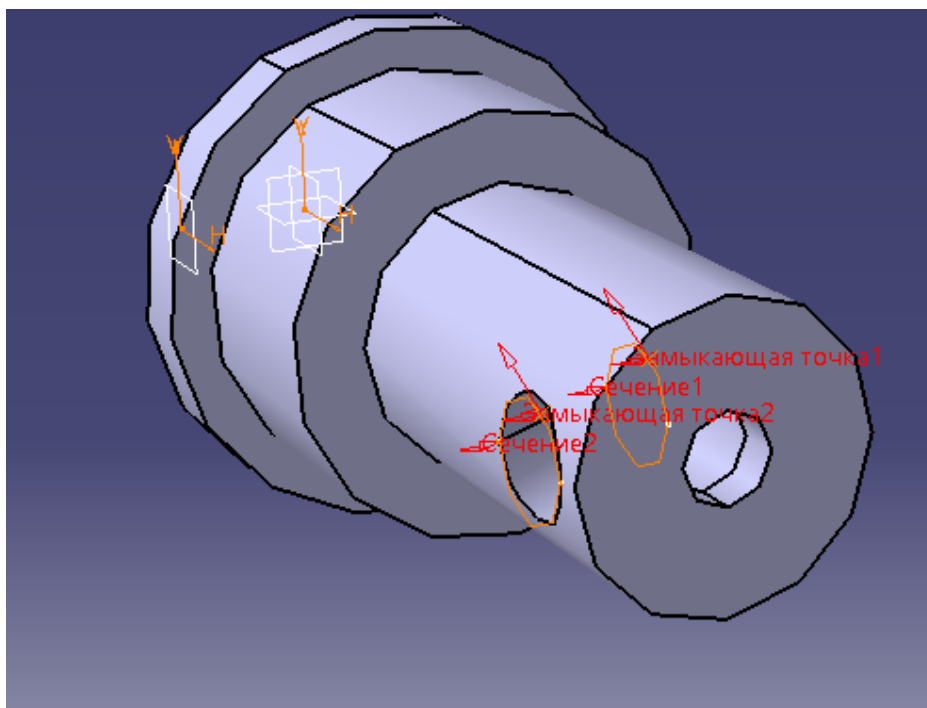


Рис. 5.3 Конічний отвір в деталі.

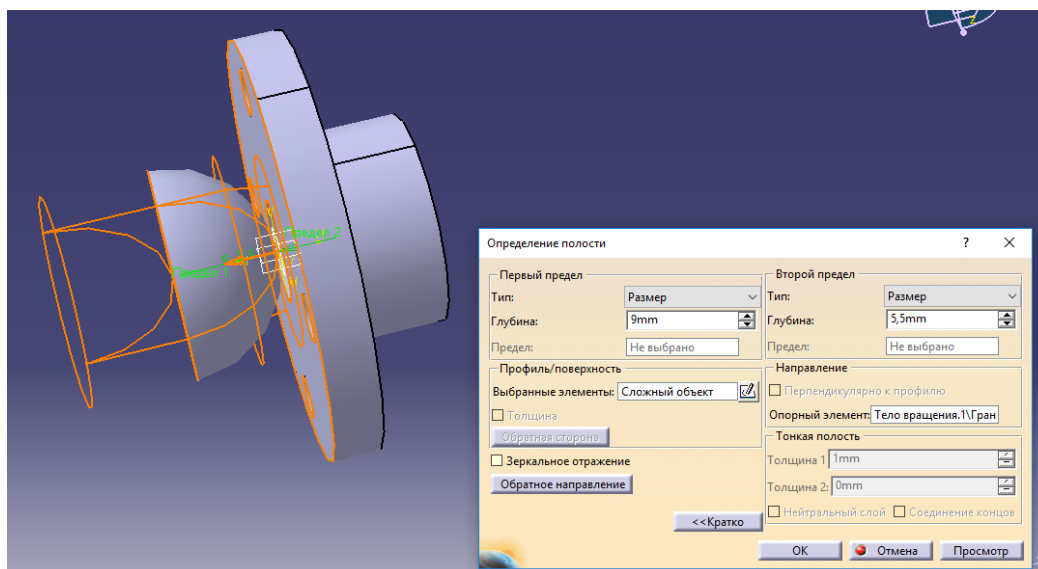


5.4 Вихідний отвір.

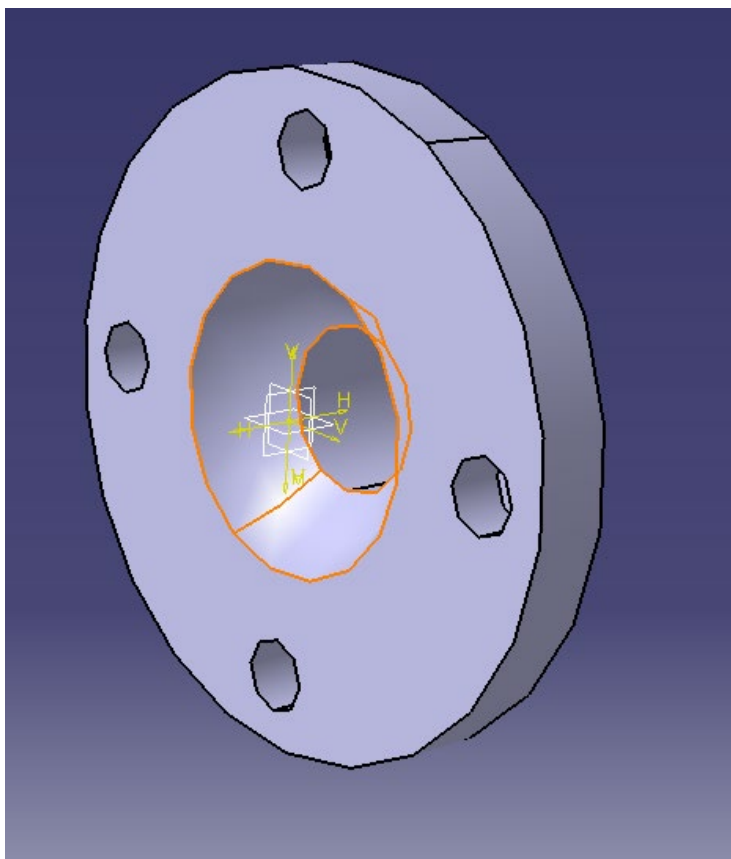


5.5 Бокові отвори для виходу матеріалу.

Аналогічно створюється деталь втулки, але за допомогою команди “Elonger hole” видавлюємо з деталі півсферу як показано у патенті.



5.6 Створення отвору у вигляді півсфери.



5.7 Готова деталь втулки.

Після побудови всіх елементів окремо було створено файл збірку, куди додаються всі побудовані моделі. В збірці деталі розміщуються згідно конструкції. Для цього їм надаються обмеження щодо положення відносно інших деталей збірки (5.7):

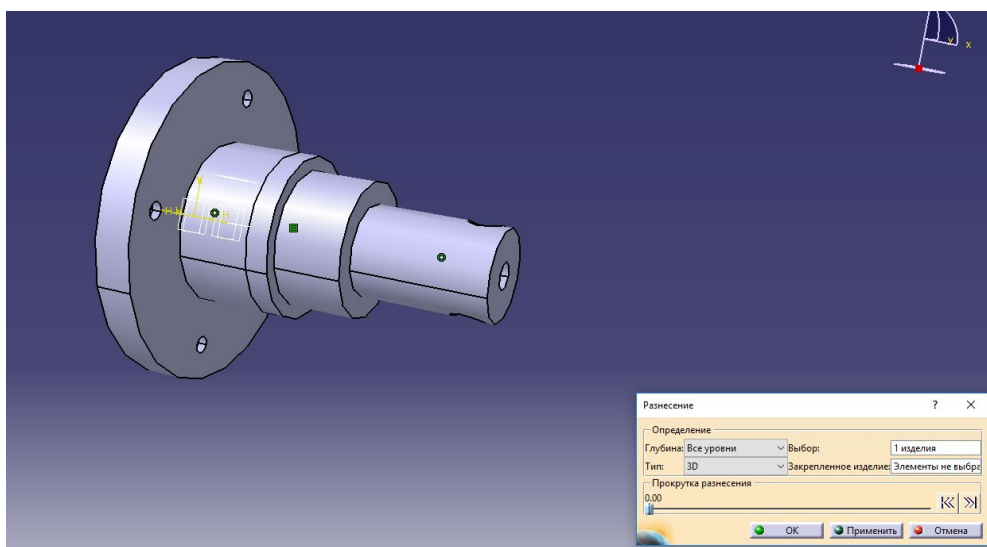


Рисунок 5.8 Вид зібраного вузла

Для наглядності конструкції модернізованого вузла було виконано в розібраному стані (Рисунок 5.9):

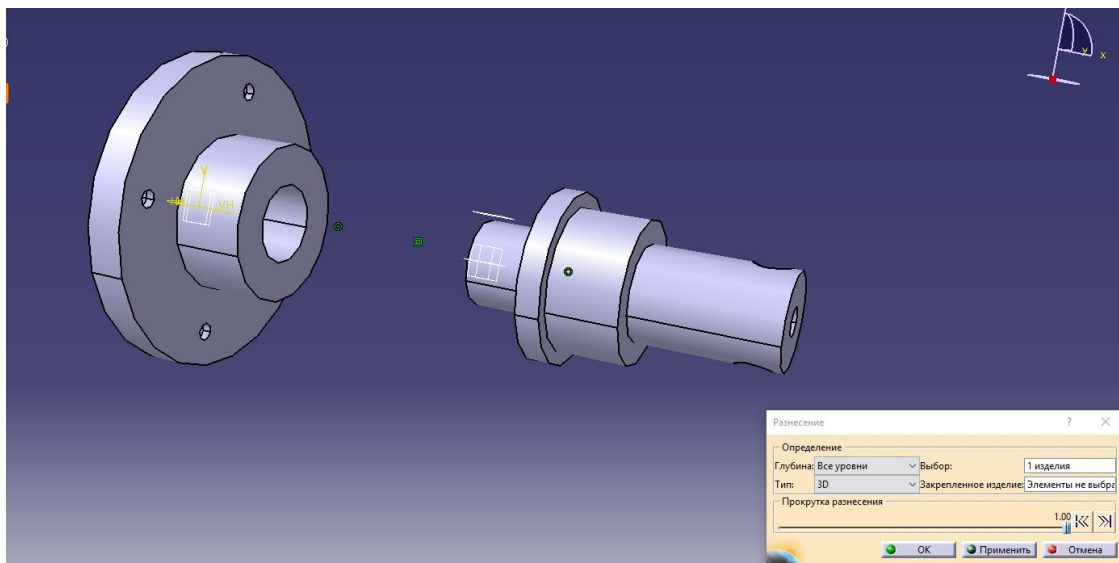


Рисунок 5.9 Повздовжній переріз млина.

6. РОЗРАХУНКИ

6.1 Параметричні розрахунки .

6.1.1. Розрахунок оптимальної гнізності форми.

6.1.1.1. Дослідження технологічності пластмасового виробу

Конструюючи виріб з пластмаси, слід аналізувати його технологічність, оскільки його якісні показники – це собівартість оснастки і вартість одного відливка. Помилки в конструюванні виробу часто неможливо виправити конструкцією форми. Основна помилка при розробці виробу з пластмаси - перенесення його форми і розмірів виробу, що виконується методом механічної обробки.

У деяких випадках під час аналізу технологічності пластмасового виробу його конструкція не є очевидною і необхідно виконати експеримент.

Точність пластмасових виробів побутового призначення не може відповідати допускам металевих виробів у зв'язку з розкидом фізичних властивостей перероблюваних термопластів у різних партіях сировини та існуючими відмінностями технологічних режимів переробки. Досягнути точність будь-якого розміру N деталі з пластмаси визначають виходячи з усадки матеріалу .

Оперативну оцінку досяжної точності виконують таким чином :

$$\Delta_T = (2,3 \dots 2,8) \frac{(S_{\max} - S_{\min})}{100},$$

$$\Delta_T = 2,5 * (2,5 - 1) / 100 = 0,0375$$

де Δ_T – оцінне значення технологічної похибки; S_{\max} та S_{\min} – відповідно максимальне і мінімальне значення усадки матеріалу .

$$\Delta_{II} = \Delta_T + \Delta_U,$$

$$\Delta_y = 2Htg\alpha,$$

де Δ_y – похибка на технологічні ухили; H - висота елемента виробу що розглядається; α – кут конусності.

$$\Delta_y = 2 * 0,20tg6 = 0,06$$

$$\Delta_{\Pi} = 0,0375 + 0,06 = 0,101$$

де Δ_{Π} , Δ_T , Δ_y – похибка відповідно повна, технологічна, на технологічні ухили (останню розраховують за (1.1)).

Приливи і виступи. Необхідно передбачити наявність технологічних приливів і виступів для розміщення виштовхувачів на тонкостінних виробах. В інших випадках слід зберігати рівнотовщинність виробу. Конструктивні виступи на бокових стінках складають піднутрення, що перешкоджають його видаленню з форми і потребують рухомих елементів оформлення форми.

6.1.1.2. Розрахунок об'єму відливки.

Тому що відливка має складну форму, то розрахунок її обсягу ведемо за формулі:

$$V = V_{\text{б.ц.}} + V_{\text{с.ц.}} - V_{\text{м.ц.}},$$

де

$$V_{\text{б.ц.}} = ((3,14 * 30^2) / 4) * 12 = 8,48 * 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$V_{\text{м.ц.}} = ((3,14 * 6^2) / 4) * 18 = 0,5 * 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$V_{\text{с.ц.}} = ((3,14 * 22^2) / 4) * 6 = 2,28 * 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$V = (8,48 + 2,28 - 0,5) * 10^{-6} = 8,9 * 10^{-6} \text{ м}^3$$

6.1.1.3. Розрахунок для 4-х місцевої форми

Обсяг відливки при $n=4$

$$Q_0 = n_0 Q_1 \frac{k_1}{\beta_1} = 4 * 8,9 * 10^{-6} * 1,2 / 0,7 = 61,03 * 10^{-6} \text{ м}^3$$

Q_1 -об'єм однієї відливки; n - кількість мсць для лиття.

Пластична продуктивність ТПА

$$A_0 = 3,6G_1 \frac{n_0 k_1}{\tau_{ox} \beta_2},$$

$$G_1 = 8,9 \text{ гр}$$

Час охолодження відливка, с:

$$\tau_{ox} = \frac{0,405}{a} \left(\frac{\delta}{2} \right)^2 \left(\ln 1,27 - \ln \frac{t - t_{\phi}}{t_p - t_{\phi}} \right) = \frac{0,405}{1,22 * 10^{-7}} \left(\frac{0,011}{2} \right)^2 \left(\ln 1,27 - \ln \frac{80 - 60}{260 - 60} \right) = 100,4 \text{ с}$$

Температура розплаву в зоні сопла, °C:

$$t = t_{\phi} + (10 \dots 25) = 60 + 20 = 80$$

t_p - температура розплаву = 260 °C; t_{ϕ} -температура форми = 60 °C;

a - температуропровідність = $1,22 * 10^{-7}$.

$$A_0 = 3,6 * 10,26 \frac{4 * 1,2}{255 * 0,75} = 0,8 \frac{\text{с}}{\text{с}} = 3,32 \frac{\text{кз}}{\text{ч}}$$

Необхідне зусилля стиску

$$P_0 = 0,1qFn_0k_2k_3 \leq P_H,$$

F_p - площа проєкції виробу на площину = $0,66 * 10^{-6} \text{ м}^2$; $P = 80 \dots 140$ МПа;

$$q = 0,3P = 0,3 * 100 = 30 \text{ МПа}; k_2 = 1,1; k_3 = 1,2.$$

$$P_0 = 0,1 * 30 * 0,66 * 10^{-6} * 4 * 1,1 * 1,2 = 1,05 \text{ кН}$$

Вибираємо ТПА Д3127-63: діаметр шнека – 36 мм; Q_H – 63 см³; P_H – 550 кН; $\tau_{впр}$ – 0,5 с.

6.1.1.4. Розрахунок центрального ливникового каналу

Центральний ливниковий канал служить для з'єднання ливникової системи із соплом машини для лиття під тиском (мал. 4.1).

Розрахунковий діаметр центрального ливникового каналу:

$$d_p = 0,2 \sqrt{\frac{Q_0}{\pi v \tau_B}} = 0,2 \sqrt{\frac{61.03}{3.14 * 104 * 1.02}} = 0.086 \text{ мм}$$

де Q_0 - обсяг вилівка, див3, що визначають за рівнянням (2.1); v - середня швидкість плинину матеріалу в ливниковій втулці, див/з;
 t - тривалість упорскування, с.

$$\tau_B = \frac{Q_0}{v_{\text{впр}}} = \frac{61.03}{60} = 1.02 \text{ с},$$

де $v_{\text{впр}}$ - номінальна швидкість упорскування машини, див 3/з (визначається по табл. Д 2.3). Діаметр на вході в центральний ливниковий канал $d_1 = d$, якщо $d > d_2$ (d - діаметр сопла машини), тоді:

$$d_c = d_p - (0,4 \dots 0,6) = 0.086 - 0.5 = -0.414 \text{ мм}$$

Якщо на практиці $d < d_2$, то:

$$d_c = d_p + (0,4 \dots 0,6) = 0.086 + 0.5 = 0.586 \text{ мм}$$

Центральний ливниковий канал конструктивно оформляється у виді центральної ливникової втулки (мал. 4.1).

Якщо центральній ливниковий канал привести до виробу, то для того щоб небуло утяжин на виробі потрібно щоб:

$$d_2 \leq d_{2\text{max}} = \delta_B + 1,5 = 4 + 1.5 = 5.5 \text{ мм}.$$

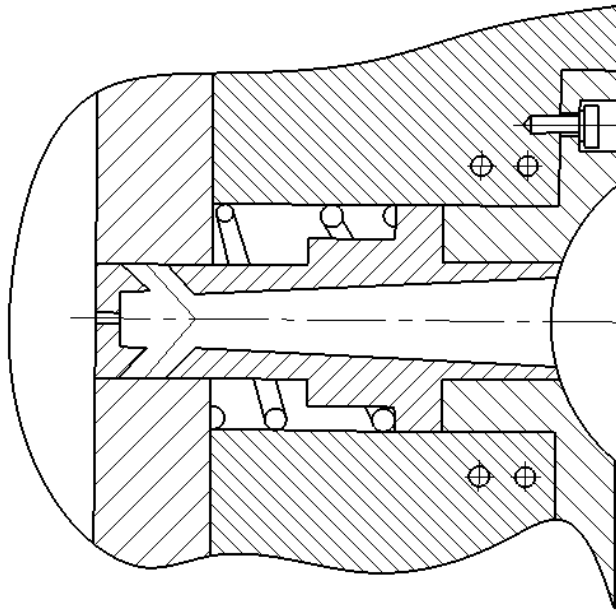


Рисунок. 6.1. Центральний литниковий канал.

6.1.1.5. Річна продуктивність термопластавтомата.

$$A_{\text{РІЧНА}} = \frac{A_o}{G} = \frac{3,32}{0,00935} * 8 * 22 * 12 = 181500 \text{ шт / рік}$$

де 8 – кількість робочих годин в день; 22 – кількість робочих днів у місяць; 12 – кількість місяців.

6.1.2. Розрахунок геометричних параметрів черв'яка за умов забезпечення заданих параметрів лиття.

Діаметр черв'яка розраховується за умов забезпечення заданих об'єму вприску за цикл, і номінального циклу лиття. Розрахунок діаметра черв'яка за умов забезпечення необхідного об'єму вприску за цикл проведено у відповідності з методичною вказівкою.

6.1.2.1. Співвідношення для розрахунку діаметра черв'яка D_1 , що забезпечує необхідний об'єм вприску за цикл V_H .

$$D_1 = \sqrt[3]{\frac{V_H \cdot K}{0,785 \cdot K_1}} = \sqrt[3]{\frac{63 \cdot 10^{-6} \cdot 0,8}{0,785 \cdot 2,3}} \approx 0,003 м$$

де V_H -об'єм вприску за цикл, $V_H=63 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$; K - коефіцієнт, що враховує витоку і стиснення полімеру при вприску, $k=0,8$; K_1 – коефіцієнт геометрії черв'яка, $K_1=2,3$.

6.1.2.2. Розрахунок діаметра черв'яка D_n з умов забезпечення тиску лиття.

Для розрахунку діаметра черв'яка D_n з умов забезпечення тиску лиття P_L зазделегідь визначають діаметр поршня D_p гідроциліндра вприску. По заданому тиску лиття P_L , тиску $P_{гд}$ в гідросистемі і діаметру черв'яка D_1 визначається діаметр поршня гідроциліндра.

$$D_n = \sqrt{\frac{P_L \cdot D_1^2}{P_{гд}}} = \sqrt{\frac{112 \cdot 0,036^2}{17,5}} = 0,48 м$$

де P_L -тиск лиття, $P_L=112 \text{ МПа}$; D_1 - діаметра черв'яка, $D_1=0,036 \text{ м}$; $P_{гд}$ - тиск в гідросистемі, $P_{гд}=17,5 \text{ МПа}$.

По заданому значенню D_p визначаємо діаметр черв'яка:

$$D_3 = \sqrt{\frac{P_{\Sigma d} \cdot D_n^2}{P_L}} = \sqrt{\frac{17,5 \cdot 0,48}{112}} = 0,036 \text{ м}$$

приймаємо значення діаметр черв'яка $D_1 = 36 \text{ мм}$.

6.1.2.3. Розрахунок геометрії черв'яка.

Вихідні дані : діаметр черв'яка $D = 36 \text{ мм}$, загальна довжина черв'яка $30D$, матеріал що перероблюється – ударотривкий полістирол .

Проводимо розрахунок геометрії черв'яка наступним чином :
Визначимо загальну довжину нарізної частини черв'яка:

$$l = 30 \cdot D = 30 \cdot 36 = 1080 \text{ мм} ;$$

Довжина робочої частини:

$$l_p = 25 \cdot D = 25 \cdot 36 = 900 \text{ мм} ;$$

Довжина зони завантаження :

$$D_{3.3} = (0,25 \dots 0,35) \cdot l_p = 0,3 \cdot 900 = 270 \text{ мм} ;$$

Довжина зони дозування :

$$l_{3.д} = (0,4 \dots 0,6) \cdot l_p = 0,5 \cdot 900 = 450 \text{ мм} ;$$

Довжина зони пластифікації :

$$l_{II} = 0,2 \cdot l_p = 0,2 \cdot 900 = 180 \text{ мм} ;$$

Ширина витку:

$$e = (0,08 \dots 0,12) D = 0,1 \cdot 36 = 3,6 \text{ мм} ;$$

Крок нарізки:

$$t = (0,8 \dots 0,12) D = 0,5 \cdot 36 = 18 \text{ мм} ;$$

Глибина нарізки черв'яка в зоні завантаження згідно [3]:

$$h_1 = (0,1 \dots 0,14) D = 0,1 \cdot 36 = 3,6 \text{ мм} ;$$

Діаметр стержня в зоні завантаження:

$$d_1 = D - 2 \cdot h = 36 - 2 \cdot 3,6 = 28,8 \text{ мм}$$

Глибина нарізки в зоні дозування (3.16):

$$h_2 = \frac{1}{2} \left[D - \sqrt{D^2 - \frac{4 * h}{i} (D - h)} \right] = \frac{1}{2} \left[36 - \sqrt{36^2 - \frac{4 * 3,6}{2,5} (36 - 3,6)} \right] = 2,7 \text{ мм}$$

де $i=(2,5 \dots 3)$

Діаметр черв'яка в зоні дозування:

$$d_2 = D - 2h_2 = 36 - 2 * 2,7 = 30,6 \text{ мм};$$

Довжина циліндричної зони :

$$l_y = (0,7 \dots 1,5) D = 1 * 36 = 36 \text{ мм};$$

Довжина хвостової частини:

$$l_x = (1 \dots 2) D = 2 * 36 = 72 \text{ мм};$$

Діаметр хвостовика:

$$d_x = 30 \text{ мм};$$

Зазор між корпусом і черв'яком:

$$\delta = (0,002 \dots 0,003) * D = 0,1 \text{ мм};$$

Довжина торпеди:

$$l_m = (0,5 \dots 1,5) * D = 1 * 36 = 36 \text{ мм};$$

6.1.3. Енерго-силовий розрахунок пластикатора .

Вихідні дані :Матеріал черв'яка сталь 38ХМЮА , діаметр черв'яка 36мм, частота обертання черв'яка 80 об/хв .

Визначимо потужність приводу черв'яка

$$N = k * (D * 10^3)^{k_1} * 10^3;$$

де $k=3,41 * 10^{-4}$; $k_1 = 2,5$.

$$N = 3,41 * 10^{-4} * (0,036 * 10^3)^{2,5} * 10^3 = 2,650 \text{ кВт};$$

Максимальний крутний момент, що діє на черв'як:

$$M_{кр} = 9736 \frac{N_d}{n} = 9736 \frac{2,65}{80} = 322,5 \text{ Н / м}$$

де n - частота обертання черв'яка , $n=80$ об/хв .

Осьове зусилля , що діє на черв`як:

$$P_{oc} = \frac{2 * M_{кр}}{D} tg \varphi = \frac{2 * 322.5}{0,036} tg 17^0 = 5,48 * 10^3 H$$

де D-діаметр черв`яка; φ -кут нахилу гвинтової лінії черв`яка.

Власна вага черв`яка:

$$G = \frac{\pi * (D - d_1)^2}{4} l_p * \rho * g = \frac{3,14 * (0,036 - 0,0288)^2}{4} * 900 * 7800 * 9,8 = 2,23_{кг}$$

Розподілене навантаження від власної ваги:

$$q = \frac{G}{l_p} = \frac{2,23}{0,900} = 2,48 \frac{H}{м};$$

6.2. Розрахунки на жорсткість і міцність .

6.2.1. Розрахунок виштовхувальної системи

$[\sigma] = 220$ Мпа; матеріал – У8А.

Зусилля стиску

$$P_{док} = [\sigma] F = 220 * \frac{3,14 * 0,008^2}{4} = 11 kH$$

$$I = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{3,14 * (8 * 10^{-3})^4}{64} = 2,01 * 10^{-10} м^4$$

$$P_{крит} = \frac{\pi^2 EI}{(0,71)^2} = \frac{3,14^2 * 2 * 10^{18} * 2,01 * 10^{-10}}{0,71^2} = 809,7 kH$$

$P_{док}$ – дополнительное усилие сжатия; $P_{пр} > P_{доп}$

Стрижень стійкий. Умова (1) виконується.

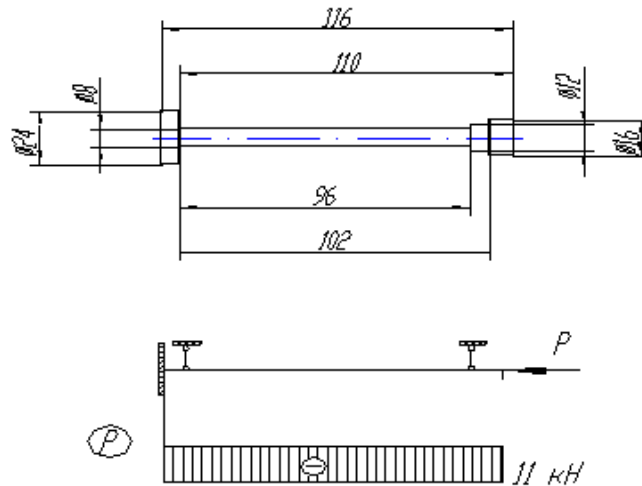


Рисунок 6.2.

6.2.2. Розрахунок похилих виштовхувачів на стійкість

Згинальні моменти при поздовжньо-поперечному вигині приймають вигляд:

$$M_n(l) = \frac{Q_n}{k} \sin kl = 22.54 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

де l – довжина балки, Q_n – поперечна сила, k – коефіцієнт.

$$Q_n = \frac{P_0 + 2P_0 l k \sin kl}{\cos kl};$$

де P_0 – тиск у формі, $k = \sqrt{\frac{S}{EJ}}$, J – осьовий момент інерції.

$$S = P \cos \alpha = -2.58 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$P = P_0 \sin \alpha = -16.74 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Звідси рівняння поперечних сил приймає вигляд:

$$Q_n = -M_n k \sin kl + Q_n \cos kl = 16.94 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Далі вираховуємо максимальну напругу:

$$\sigma_{\max} = \frac{S}{F} + \frac{M_n}{W(1 - \frac{S}{P_e})} = 14.94 \text{ Па}$$

$$\text{Де, } P_e = \frac{\pi^2 EJ}{l^2} = 12100 \text{ кГс};$$

Тоді коефіцієнт запасу стійкості прийме такий вигляд :

$$n_p = \frac{P_o}{P_{[\sigma]}} = 3.569$$

де $P_{[\sigma]} = F\sigma$, σ - напруга.

Згинальні моменти при нульових початкових параметрах:

$$Mn(l) = \frac{P_l}{k} \sin kl = 22.5 \text{ кН} * m;$$

6.2.3. Міцнісний розрахунок черв`яка .

Розрахунок черв`яка на міцність – перевірка зпроектованих на підставі попередніх розрахунків розмірів черв`яка .

Вихідні дані :Матеріал черв`яка сталь 38ХМЮА , границя течучості $\sigma_m = 850 \text{ МПа}$ згідно [8], діаметр черв`яка 36мм .

Розрахункова схема черв`яка зображена на рис.3.

Полярний момент інерції :

$$I = \frac{\pi * d_1^4}{64} (1 - \alpha^4) = \frac{3.14 * (0.0288)^4}{64} (1 - 0.8^4) = 1.99 * 10^{-8} \text{ м}^4;$$

де α -відношення діаметра стрижня черв`яка і внутрішнього охолоджувального каналу в небезпечному перерізі

$$\alpha = \frac{d_1}{d_0} = \frac{28.8}{36} = 0.8;$$

Площа небезпечного перерізу :

$$F_{nep} = \frac{\pi * d_1^2}{4} (1 - \alpha^2) = \frac{3.14 * 0.0288^2}{4} (1 - 0.8^2) = 0.23 * 10^{-3} \text{ м}^2;$$

Радіус інерції :

$$i = \sqrt{\frac{I}{F_{\text{пер}}}} = \sqrt{\frac{1,99 \cdot 10^{-8}}{0,23 \cdot 10^{-3}}} = 0,93 \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

Ступінь твердості черв'яка:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l_p}{i} = \frac{2 \cdot 0,900}{0,93 \cdot 10^{-2}} = 194;$$

де μ -коефіцієнт способу закладення, $\mu=2$.

Оскільки $\lambda=194$, то черв'як вважається довгим і розраховується на твердість:

Осьовий момент опору:

$$W = \frac{\pi \cdot d_1^3}{32} (1 - \alpha^3) = \frac{3,14 \cdot 0,0288^3}{32} (1 - 0,8^3) = 2,34 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

Дотичні напруження:

$$\tau = \frac{M_{\text{кр}}}{W} = \frac{322,5}{2,34 \cdot 10^{-6}} = 138 \text{ МПа};$$

Напруга стиску:

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{P_{\text{ос}}}{F} = \frac{5480}{0,23 \cdot 10^{-3}} = 23,8 \text{ МПа};$$

Результати напруги по III-ій теорії міцності:

$$\sigma_{\text{iii}} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{23,8^2 + 4 \cdot 138^2} = 277 \text{ МПа};$$

Запас міцності:

$$N = \frac{\sigma_t}{\sigma_{\text{iii}}} = \frac{850}{277} = 3,07$$

6.2.4. Розрахунок на жорсткість.

На ряду з умовами міцності важливим є забезпечення умов жорсткості – максимальний угин черв'яка повинен бути меншим конструкційного зазору $\delta_{\text{в max}} \geq \delta_k$.

Вихідні дані: матеріал черв'яка сталь 38ХМЮА; діаметр черв'яка $d=36\text{мм}$; зазор між корпусом і черв'яком

$\delta=(0,002 \dots 0,003)D=0,1\text{мм}$; Е-модуль пружності, $E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$. [8]

Розрахункова схема черв'яка зображена на мал.3. Згідно з методики максимальний прогин дорівнює :

$$\delta = \frac{1}{IE} \left[\frac{q}{k^2} \left(\frac{1}{k^2} + \frac{l_p}{2} \right) - \frac{1}{k} \left(\frac{q}{k^2} + A * l_p \right) * \cos(k * l_p) - \frac{1}{k^2} \left(\frac{q * l_p}{k} - A \right) * \sin(k l_p) \right];$$

де

$$k = \sqrt{\frac{P_{oc}}{EI}} = \sqrt{\frac{5480}{2 * 10^{11} * 1,99 * 10^{-7}}} = 0,117;$$

$$A = \frac{q \left[l_p - \frac{1}{k} \sin(k l_p) \right]}{k * \cos(k l_p)} = \frac{2,48 * \left[0,900 - \frac{1}{0,117} \sin(0,900 * 0,117) \right]}{0,117 * \cos(0,117 * 0,900)} = 18,74;$$

Максимальни прогин дорівнює :

$$\delta_{\max} = \frac{1}{2 * 10^{11} * 1,99 * 10^{-7}} \left[\frac{124}{0,309^2} \left(\frac{1}{0,309^2} + \frac{0,900}{2} \right) - \frac{1}{0,309} \left(\frac{0,900}{0,309^2} + 17,61 * 0,900 \right) * \cos(0,309 * 0,900) - \frac{1}{0,309^2} \left(\frac{5,53 * 0,900}{0,309} - 17,61 \right) * \sin(0,309 * 0,900) \right] = 0,00039_{мм};$$

прогин в межах допустимого .

6.3.Розрахунок матеріального циліндра .

Розрахунок матеріального циліндра ТПА проводиться як для товстостінного циліндра, а не як для складеного оскільки гільза в корпус не заприсована , а встановлена по посадці Н/н

6.3.1 Розрахунок напруг від дії тиску .

Вихідні дані :Внутрішній радіус корпусу $R_b=10\text{мм}$,зовнішній радіус корпусу $R_z=30\text{мм}$, тиск лиття $P=1406112\text{сМПа}$.

1.Радіальний тиск :

$$\sigma_r^P = \frac{P * R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} * \left(1 - \frac{R_H^2}{r^2} \right);$$

де r -поточний радіус, $r=R_b$ -при максимальному значенні радіально-го тиску .

$$\sigma_r^{p \max} = \frac{P \cdot R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} * \left(1 - \frac{R_H^2}{R_b^2}\right) = \frac{112 \cdot 10^6 \cdot 10^2}{30^2 - 10^2} \left(1 - \frac{30^2}{10^2}\right) = -112 \text{ МПа};$$

$$\sigma_r^{p \min} = \frac{P \cdot R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} * \left(1 - \frac{R_H^2}{R_H^2}\right) = \frac{112 \cdot 10^6 \cdot 10^2}{30^2 - 10^2} \left(1 - \frac{30^2}{30^2}\right) = 0 \text{ МПа};$$

2. Тангенціальна напруга :

$$\sigma_\tau^{p \max} = \frac{P \cdot R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} * \left(1 + \frac{R_H^2}{R_b^2}\right) = \frac{112 \cdot 10^6 \cdot 10^2}{30^2 - 10^2} \left(1 + \frac{30^2}{10^2}\right) = 140 \text{ МПа};$$

$$\sigma_\tau^{p \min} = \frac{P \cdot R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} * \left(1 + \frac{R_H^2}{R_H^2}\right) = \frac{112 \cdot 10^6 \cdot 10^2}{30^2 - 10^2} \left(1 + \frac{30^2}{30^2}\right) = 28 \text{ МПа};$$

3. Вісьова напруга :

$$\sigma_z^{\max} = \frac{P \cdot R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} = \frac{112 \cdot 10^6 \cdot 10^2}{30^2 - 10^2} = 14 \text{ МПа};$$

6.3.2. Розрахунок температурних напруг .

Вихідні дані : Внутрішній радіус корпусу $R_b=10\text{ мм}$, зовнішній діаметр корпусу $R_z=30\text{ мм}$, модуль пружності $E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, коефіцієнт лінійного розширення $\alpha=1 \cdot 10^{-5} \text{ м / К}$.

1. Радіальна температурна напруга на стінках циліндра :

$$\sigma_r^t = \frac{E \cdot \alpha (T_z - T_b)}{2 \cdot (1 - \mu) \ln \frac{R_z}{R_b}} \left(\ln \frac{R_H}{r} + \frac{R_b}{R_z^2 - R_b^2} * \left(1 - \frac{R_z^2}{R_b^2} \right) \ln \frac{R_z}{R_b} \right);$$

де $T_H - T_b = 3 \dots 5^\circ \text{C}$,

$$\sigma_r^{\max} = \frac{2 \cdot 10^{11} \cdot 10^{-5} \cdot (5-1)}{2 \cdot (1-0,3) \ln \frac{30}{10}} \left(\ln \frac{30}{10} + \frac{10}{30^2 - 10^2} * \left(1 - \frac{30^2}{10^2} \right) \ln \frac{30}{10} \right) = 6.7 \text{ МПа};$$

$$\sigma_r^{\min} = \frac{2 \cdot 10^{11} \cdot 10^{-5} (5-1)}{2 \cdot (1-0,3) \ln \frac{30}{10}} \left(\ln \frac{30}{30} + \frac{10}{30^2 - 23^2} * \right. \\ \left. * \left(1 - \frac{30^2}{30^2} \right) \ln \frac{30}{30} \right) = 0 \text{ МПа};$$

Тангенціальна напруга :

$$\sigma_\tau^t = \frac{E \cdot \alpha (T_3 - T_6)}{2 \cdot (1-\mu) \ln \frac{R_3}{R_6}} \left(1 - 2 \ln \frac{R_H}{r} + \frac{R_6^2}{R_3^2 - R_6^2} * \right. \\ \left. * \left(1 - \frac{R_3^2}{r^2} \right) \ln \frac{R_3}{R_6} \right);$$

$$\sigma_\tau^{\max} = \frac{2 \cdot 10^{11} \cdot 10^{-5} (5-1)}{2 \cdot (1-0,3) \ln \frac{30}{10}} \left(1 - 2 \ln \frac{30}{10} + \frac{10^2}{30^2 - 10^2} * \right. \\ \left. * \left(1 - \frac{30^2}{10^2} \right) \ln \frac{30}{10} \right) = 1,94 \text{ МПа};$$

$$\sigma_\tau^{\min} = \frac{2 \cdot 10^{11} \cdot 10^{-5} (5-1)}{2 \cdot (1-0,3) \ln \frac{30}{10}} \left(1 - 2 \ln \frac{30}{30} + \frac{10^2}{30^2 - 10^2} * \right. \\ \left. * \left(1 - \frac{30^2}{30^2} \right) \ln \frac{30}{10} \right) = 7.51 \text{ МПа};$$

3. Вісьова напруга :

$$\sigma_z^t = \frac{E \cdot \alpha (T_3 - T_6)}{2 \cdot (1-\mu) \ln \frac{R_3}{R_6}} \left(1 - 2 \ln \frac{R_H}{r} - \right. \\ \left. \frac{2 R_6^2}{R_3^2 - R_6^2} * \ln \frac{R_3}{R_6} \right);$$

$$\sigma_z^{\max} = \frac{2 \cdot 10^{11} \cdot 10^{-5} (5-1)}{2 \cdot (1-0,3) \ln \frac{30}{10}} \left(1 - 2 \ln \frac{30}{10} - \frac{2 \cdot 10^2}{30^2 - 10^2} * \ln \frac{30}{10} \right) = -6.813 \text{ МПа};$$

$$\sigma_z^{\min} = \frac{2 \cdot 10^{11} \cdot 10^{-5} (5-1)}{2 \cdot (1-0,3) \ln \frac{30}{10}} \left(1 - 2 \ln \frac{30}{30} - \frac{2 \cdot 10^2}{30^2 - 10^2} * \ln \frac{30}{30} \right) = 5.32 \text{ МПа};$$

3.3. Сумарні напруги :

Радіальна:

$$\sigma_r = \sigma_r^p + \sigma_r^t;$$

$$\sigma_r = -112 + 6,7 = 105.3 \text{ МПа};$$

$$\sigma_r = 0 + 0 = 0 \text{ МПа};$$

Тангенціальні напруги :

$$\sigma_\tau = \sigma_\tau^p + \sigma_\tau^t;$$

$$\sigma_{\tau} = 140 + 1,94 = 141,94 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{\tau} = 28 + 7,51 = 35,51 \text{ МПа};$$

Осьова напруга :

$$\sigma_z = \sigma_z^p + \sigma_z^t;$$

$$\sigma_z = 14 - 6,813 = 20,813 \text{ МПа};$$

$$\sigma_z = 14 + 5,32 = 19,32 \text{ МПа};$$

Сумарне напруження знайдемо за четвертою теорією міцності :

$$\begin{aligned} \sigma_{\Sigma} &= \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1 \sigma_2 - \sigma_1 \sigma_3 - \sigma_2 \sigma_3} \leq [\sigma] = \\ &= \sqrt{105,3^2 + 141,94^2 + 20,813^2 - 105,3 * 141,94 - 105,3 * 20,813 - 141,94 * 20,813} = \\ &= 108 \text{ МПа} \leq 250 \text{ МПа}; \end{aligned}$$

Умови міцності виконуються .

6.4. Теплові розрахунки.

6.4.1.1. Тепловий розрахунок форми.

Час охолодження 920 с; α – коефіцієнт температуропровідності $1,38 * 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$; δ – товщина найбільш товстої стінки виробу; t_p – середня за цикл температура формующей поверхні, $^{\circ}\text{C}$; t_n – початкова температура виробу, рівна температурі розплаву, що вприскується у форму.

6.4.1.1.1. Час циклу.

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_{\text{охл}} + \tau_{\text{с}} + \tau_{\text{впр}} = 100,4 + 4 + 0,5 = 104,9 \text{ с},$$

де $\tau_{\text{с}}$ – час змикання або розмикання напівформи, 3...5 с; τ – час уприскування

$$\tau_{\text{впр}} = Q_0 / V_{\text{впр}} = 50,5 / 104 = 0,5 \text{ с}$$

Q_0 – кількість теплоти яка надходить з розплавом і вилівка, що віддається

$$Q_0' = m_0 C_0 (t_n - t_n) = 0,058 * 2,9 * 10^3 (260 - 72,74) = 31,5 \text{ кДж}$$

m_0 – маса виливка;

$$m_0 = \rho * Q_0 = 950 * 61,03 = 0,058 \text{ кг} = 58 \text{ г}$$

C_0 – питома теплоємність матеріалу виливки, $= 2,9 * 10^3 \text{ Дж/м}^0\text{С}$; t_n – середня (по обсязі виливка) температура виливка виробу в момент розкриття форми

$$t_n = t_\phi + \frac{2(t - t_\phi)}{\pi} = 60 + \frac{2(80 - 60)}{3,14} = 72,74^\circ \text{С}$$

6.4.1.1.2. Кількість теплоти що відводиться хладагентами

У тепловому розрахунку литьевой форми теплообміном вільної конвекції можна зневажити. Це не приводить до великих погіршень. $Q_x = Q_0 = 31,5 \text{ кДж}$

Витрата хладагента

$$q_x = \frac{Q_x}{c_x \Delta t} = \frac{31,5}{4,18 * 2} = 3,77 \text{ кг}$$

$C_x = 4,18 * 10^3 \text{ Дж/кг}^0\text{С}$ – питома теплоємність H_2O ; Δt – різниця температур хладагента на вході в пуансон приймають не більш $2...4^\circ \text{С}$.

6.4.1.1.3. Витрата хладагента через пуансон і матрицю

$F_{\text{общ}}$ – сумарна площа формующих поверхонь пуансона і матриці.

Площа матриці та пуансона

$$F_m = 0,015 * 0,018 = 2,7 * 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$F_1 = 0,005 * 0,008 = 0,4 * 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$F_2 = 0,005 * 0,014 = 0,7 * 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$F_n = F_1 + F_2 = (0,4 + 0,7) * 10^{-4} = 1,1 * 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$F_{\text{общ}} = F_m + F_n = (2,7 + 1,1) * 10^{-4} = 3,8 * 10^{-4} \text{ м}^2$$

Витрата хладагента для матриці

$$q_{x.m} = q_x F_m / F_{обц} = 3.77 * 2.7 * 10^{-4} / 3.8 * 10^{-4} = 2.68 \text{кВт}$$

Витрата хладагента для пуансона

$$q_{x.n} = q_x F_n / F_{обц} = 3.77 * 1.1 * 10^{-4} / 3.8 * 10^{-4} = 1.09 \text{кВт}$$

6.4.1.1.4. Площа поперечного перерізу пуансона

$$f_k^n = q_x^n / (\rho \tau_u \omega) = 1.09 / (1000 - 104.9 * 1) = 12 * 10^{-4} \text{м}^2$$

$$f_k^m = q_x^m / (\rho \tau_u \omega) = 2.68 / (1000 - 104.9 * 1) = 30 * 10^{-4} \text{м}^2$$

де $\rho = 1000 \text{ кг/см}^3$ – щільність рідини; $\omega = 0,5 \dots 1 \text{ м/с}$ – швидкість хладагента.

6.4.1.1.5. Діаметр каналів пуансона и матриць

$$d_k^n = 1.13 \sqrt{f_k^n} = 1.13 \sqrt{12 * 10^{-4}} = 3.9 * 10^{-2} \text{м}$$

$$d_k^m = 1.11 \sqrt{f_k^m} = 1.11 \sqrt{30 * 10^{-4}} = 6.1 * 10^{-2} \text{м}$$

6.4.1.1.6. Довжина каналів пуансона і матриць

$$l_k^n = \frac{F_n}{\pi d_k^n} = \frac{1.1 * 10^{-4}}{3.14 * 3.9 * 10^{-2}} = 0.089 \text{м}$$

$$l_k^m = \frac{F_m}{\pi d_k^m} = \frac{2.7 * 10^{-4}}{3.14 * 6.1 * 10^{-2}} = 0.14 \text{м}$$

6.4.2. Тепловий розрахунок пластикатора

Рівняння теплового розрахунку має вид :

$$G_m C_m t_m + Q_k + G_{\epsilon} C_{\epsilon} t_{\epsilon 1} = G_m C_m t_m + G_{\epsilon} C_{\epsilon} t_{\epsilon} + Q_{nom} + Q_z;$$

де G_m -вагова продуктивність машини , $G_m=5 \text{ кг/год}$, потужність електродвигуна $N=3.45 \text{кВт}$, початкова температура во-

ди $t_{\epsilon 1} = 20^{\circ} \text{C}$; кінцева температура води

$t_{\epsilon 2} = 30^{\circ} \text{C}$; початкова температура матеріалу $t_m = 20^{\circ} \text{C}$; Q_m -кількість тепла ,що виділяється від дисипації,

$$Q_m = \eta_{ккд} * N = 0.45 * 3.45 = 1.55 \text{кВт} ,$$

См-теплоємність полімеру , $C_m = 1,88 * 10^3 \text{ Дж} / \text{кг}$; Q_n -тепло, що підводиться від нагрівачів; t_k – кінцева температура матеріалу , $t_k = 160^\circ \text{C}$; $Q_{\text{пот}}$ -втрати тепла в навколишнє середовище ,

$$Q_{\text{пот}} = F\alpha(t_{\text{кн}} - t_0),$$

де $t_{\text{кн}}$ – температура корпусу , зовнішня , $t_{\text{кн}} = 60^\circ \text{C}$; t_0 – температура навколишнього середовища , $t_0 = 20^\circ \text{C}$;

$$F = \pi DL = 3,14 * 90 * 835 = 0,235 \text{ м}^3;$$

де D -зовнішній діаметр корпусу , $D=90\text{мм}$, L -довжина зовнішньої поверхні , $L=835\text{мм}$, α_0 – інтенсивність тепловіддачі зведеної конвекції від корпусу до повітря .

З вільного критеріального рівняння конвективного вільного теплообміну в необмеженому просторі і критеріального рівняння Нусельта знаходимо :

$$\alpha = \frac{Nu * \lambda}{d_{\text{екв}}} ;$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності навколишнього середовища ,

$$\lambda = 2,75 * 10^{-2} \text{ Вт} / \text{м} * \text{К};$$

$d_{\text{екв}}$ – еквівалентний діаметр , $d_{\text{екв}} = 90\text{мм}$.

Визначальна температура :

$$t_0 = \frac{t_{\text{кн}} + t_0}{2} = \frac{60 + 20}{2} = 40^\circ \text{C};$$

Критерій Грасгофа знайдемо з однойменного критеріального рівняння :

$$Gr = \frac{g * L^3}{\nu^2} \beta * \Delta t;$$

де $L=d=90\text{мм}$ – визначальний розмір, ν -кінематична в'язкість повітря ,

$$\nu = 16,96 * 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с};$$

$$\beta = \frac{1}{273 + t_0} = \frac{1}{273 + 40} = 0,0031 \text{ К}^{-1};$$

тоді

$$Gr = \frac{9,8 \cdot (90 \cdot 10^{-3})^3}{(16,96 \cdot 10^{-6})^2} \cdot 0,0031 \cdot 40 = 3079807$$

$$Gr \cdot Pr = 3079807 \cdot 0,821 = 2528522,0 ;$$

тоді критерій Нусельта визначається з наступного критеріального рівняння :

$$Nu = 0,54(Nu \cdot Pr)^{0,25} = 0,54(2528522)^{0,25} = 21,53;$$

тоді

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{d \cdot e} = \frac{21,53 \cdot 2,75 \cdot 10^{-2}}{90 \cdot 10^{-3}} = 6,57 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$Q_{\text{ном}} = F \alpha (t_{\text{кн}} - t_0) = 0,235 \cdot 6,57 (60 - 20) = 61,7 \text{ Вт};$$

Q_3 – тепло , що відводиться в зоні завантаження ,

$$Q_3 = G_{\text{вз}} \cdot C_{\text{в}} (t_{\text{вк}} - t_{\text{в1}});$$

де $G_{\text{вз}}$ -витрата води на охолодження ,

$$G_{\text{вз}} = F_3 \cdot v_3 \cdot \rho;$$

де f_3 -площа перетину каналу охолодження в зоні завантаження ,

$$f_3 = 1,257 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2;$$

V_3 -швидкість бігу води в зоні завантаження , $V_3 = 0,1$ м/с, ρ -

щільність води , $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$,

$$G_{\text{вз}} = 1,257 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 \cdot 1000 = 0,1256 \text{ кг} / \text{с};$$

$t_{\text{вк}}, t_{\text{вн}}$ – кінцева і початкова температури води, $t_{\text{вн}} = 20^\circ \text{C}$, $t_{\text{вк}} = 30^\circ \text{C}$,

$$Q_3 = G_{\text{вз}} \cdot C_{\text{в}} (t_{\text{вк}} - t_{\text{в1}}) = 0,1256 \cdot 4,3 \cdot 10^3 \cdot (30 - 20) = 5400,8 \text{ Дж};$$

$$Q_k = G_m C_m (t_k - t_H) + Q_{\text{с}} - Q_N;$$

$$Q_k = 79,5 \cdot 1,88 \cdot (160 - 20) + 5400 - 1500 = 2,25 \text{ кВт};$$

Тепло ,що підводиться до пластикатора $Q_k = 2,25 \text{ кВт}$.

Висновок . Тепло що потрібно підвести до пластикатора 2.25 кВт

6.5.Розрахунок нагрівачів опору .

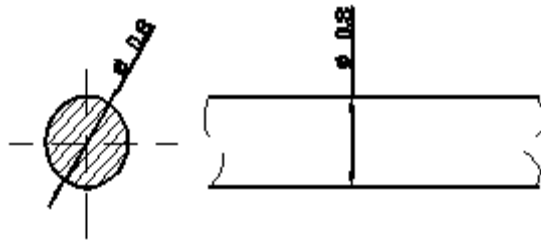


Рисунок 6.3. Поперечний перетин нікель-хромової проволки.

Вихідними даними для спрощеного розрахунку нагрівачів опору являється .

Потужність що підводиться до пластикатора . $P=2.25$ Квт

В нашому випадку червячна машина має 3 зони обігріву , значить потужність яка припадає на зону $P_3=2250/3=750$ Вт .

Розрахунок нагрівача будимо проводити по зоні так як , інші 2 зони є ідентичні .

Задаючись даними що для нікель-хромових і інших нагрівачів опору , щільність струму не повинна перевищувати $15\text{A}/\text{мм}^2$

Таким чином формула перевірки щільності струму буде мати вид згідно [9].

$$J = \frac{I}{S} \quad \text{A}/\text{мм}^2$$

де S- площа поперечного перетину провідника .

Виходячи з цього задаємося нікельхромовою проволокою діаметром $D=0.8$ мм мал.3., площею поперечного перетину $S=0.502\text{мм}^2$, та питомим опором 2.19 Ом згідно [3]

Виходячи з того що на 1мм^2 площі поперечного перетину проволки , щільність струму не повинна перевищувати 15 A , значить щільність струму для площі $S=0.1963\text{мм}^2$

$$J_{\text{п}}=A*S=15*0.502=7.53\text{ A}$$

Таким чином

Для метра проволочки з питомим опором 2.19 Ом струм який проходить

$$I_{1\text{мп}} = 0.77 * U_{\text{дж}} / \rho = 0.77 * 220 / 2.19 = 77.3 \text{ А}$$

$$P_m = I^2 * R = 77.3^2 * 2.19 = 13085 \text{ Вт}$$

Виходячи з цього для потужності 750 Вт

$$L = P_m / P_z = 13085 / 750 = 17.4 \text{ М}$$

$$\text{Опір нагрівача } R = L * \rho = 17.4 * 2.19 = 38.2 \text{ Ом}$$

Струм який проходить через нагрівач

$$I_n = 0.77 * U / R = 0.77 * 220 / 38.2 = 4.43 \text{ А}$$

Перевіряєм потужність Р

$$P_n = I^2 * R = 4.43^2 * 38.2 = 751 \text{ Вт}$$

Перевіряєм на щільність тока

$$J_n > I_n \quad 7.53 > 4.43$$

Умова виконується проволочка придатна для використання її для зони обігріву.

Таким чином параметри проволочки для зони залишаються такими якими ми задались для розрахунку.

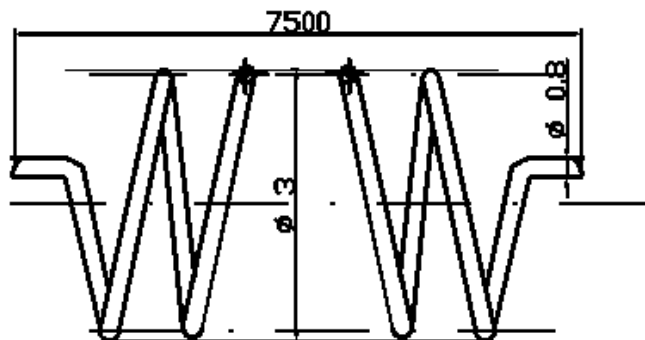


Рисунок 6.4. Нагрівач опору.

Висновки : Проволока з такими параметрами як D-0.8 мм

Площею поперечного перетину $S = 0.502 \text{ мм}^2$

Та питомим опором 2.19 Ом М

Придатна для використанні її в нагрівачі. При цьому довжина проволочки повинна бути 17м.

6.6. Розрахунок фланцевого з'єднання :

Розрахунок фланцевого з'єднання патрубків , для маслопровода гідросистеми ЛМ . Для створення тиску в насосній станції ЛМ використовується гідронасос типу Г 17-21А продуктивністю 5 л/хв та робочим тиском 200 кг/см^2 -20 мПа

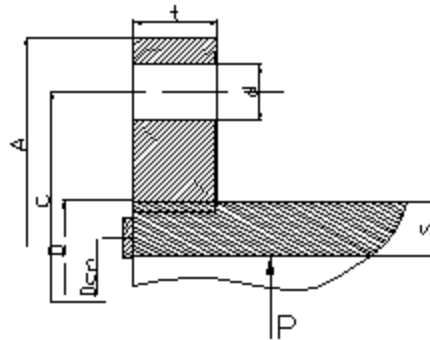


Рисунок 6.5. Схема різьбового фланця.

Розрахункові данні Тиск в гідросистемі 20 мПа приймаєм 25 мПа, коефіцієнт попереднього

Затягування $k_b = 1.4-1.5$; C_1 –кострукційна прибавка , для конструкційної сталі $C_1 = 1 \text{ мм}$;

Внутрішній діаметр труби 30 мм ,зовнішній $D=35 \text{ мм}$, $D_{сп}=33 \text{ мм}$,

Приймаємо болти різьбою М8

З співвідношень :

$$C \geq D + 2(d + u)$$

Визначаємо інші розміри

де d - діаметр болтових отворів ,мм; зовнішній діаметр фланця, мм; C -діаметр кола болтових отворів, мм; D - діаметр різьби кріплення фланця, мм,(Мал. 5).

$$C \geq D + 2(d + u) = 35 + 2(10 + 6) = 67 \text{ мм}$$

де u -нормативний зазор між гайкою та корпусом , приймають $u=6-8$ мм.

$$A \approx C + 2d + u$$

$$A \approx C + 2d + u = 67 + 2 \cdot 10 + 6 = 93 \text{ мм}$$

Визначаємо навантаження , яке припадає на болти , при оцінювальному розрахунку визначається :

$$Q_p = k_z \cdot P \cdot F \text{ Н}$$

$$Q_p = k_z \cdot P \cdot F = 1.4 \cdot 25 \cdot 10^6 \cdot 256 = 869.8 \cdot 10^6 \text{ Н}$$

При вторинному розрахунку .

$$Q_p = (pF + Rn + 4M / D_{cn}), \text{ Н}$$

де Rn -реакція привалочної поверхні , яка визначається за формулою :

$$Rn = \pi D_{cn} b_0 k_{np} P \text{ Н}$$

$$Rn = \pi D_{cn} b_0 k_{np} P = 3.14 \cdot 33 \cdot 4 \cdot 1.4 \cdot 25 \cdot 10^6 = 145.06 \cdot 10^8 \text{ Н}$$

$$M = Gl, Hm$$

де G - вага 1 кг, l довжина 100 мм.

$$M = 1 \cdot 0.1 = 0.1$$

$$Q_p = (25 \cdot 10^6 \cdot 256 + 145.06 \cdot 10^8 + 4 \cdot 0.1 / 33) = 151 \cdot 10^8 \text{ Н}$$

Визначаємо допустиме навантаження на один болт

$$q_0 = \frac{\pi}{4} \cdot (d_0 + C1)^2 \cdot \sigma_6 \text{ Н}$$

де d_0 -внутрішній діаметр різьби різьба м8, мм, $C1$ - конструкційна прибавка, для легованих сталей 1 мм ж; σ_6 -допустимі напруження для болтів , мПа

Болти із сталі 40х

$$\sigma_z = \frac{\sigma_T}{2.5} = \frac{800}{2.5} = 328 \text{ мПа}$$

$$q_0 = \frac{3.14}{4} \cdot (8+1)^2 \cdot 328 \cdot 10^6 = 208.5 \cdot 10^8 \text{ Н}$$

З розрахунку видно що допустиме навантаження для болта привирає

Навантаження яке припадає на болти тому рекомендовано зменшити болти ,

Та замінити їх на болти з різьбою М6

$$q_0 = \frac{3.14}{4} * (6+1)^2 * 328 * 10^6 = 126.5 * 10^8 \text{ Н}$$

Визначаємо кількість болтів з співвідношення :

$$Z = Q_p / q_B$$

$$Z = 151 * 10^8 / 126 * 10^8 = 1.9$$

Приймаємо 4 болта , для рівномарності навантаження затягування .

Виходячи з цього на кожний долт припадає навантаження -

$$q_p = Q_p / Z = 151 * 10^8 / 4 = 37.75 * 10^8 \text{ Н}$$

Визначаємо товщину залізного фланця за формулою :

$$t = 0.58 d \sqrt{\frac{Z \sigma_{\phi}}{k \varphi \sigma_{\phi}}}, \text{ мм}$$

де σ_{ϕ} -допустиме напруження для фланця : матеріал фланця сталь 20

$$\sigma_{\phi} = \frac{\sigma_T}{2} = 250 / 2 = 125 \text{ МПа}$$

φ - коефіцієнт що враховує ослаблення фланця отворами :

$$\varphi = 1 - \frac{2d}{A-D} = 1 - \frac{2*8}{93-35} = 0.275$$

k -коефіцієнт що для вільних фланців обчислюється за формулою

$$k = 1 - \frac{A}{C} + \frac{A-D}{C-D} = 1 - \frac{93}{67} + \frac{93-35}{67-35} = 1.43$$

$$t = 0.58 * 6 * \sqrt{\frac{4 * 328 * 10^6}{1.43 * 0.275 * 125 * 10^6}} = 17 \text{ мм}$$

Визначаємо напруження витків різьби на зрізі перевіряється за формулою.

Для болта:

$$\tau_{cp} = \frac{q_p}{\pi d_0 \beta H} \leq \tau_{\phi}, \text{ МПа}$$

Для фланця :

$$\tau_{cp} = \frac{Q_p}{\pi D \beta t} \leq \tau_{\phi}, \text{ мПа}$$

де β - коефіцієнт, який залежить від профілю різьби , для трикутної він складає 0,88 для прямокутної - 0.5, для трапівцеїдальної -0.65; Н- висота гайки , мм; τ_b та τ_{ϕ} – допустимі напруження на зріз для матеріалів болта та фланця відповідно.

$$[\tau_{<\phi}] = \left[\frac{\sigma_B}{2} \right] = \frac{328 * 10^6}{2} = 164 \text{ мПа}$$

$$[\tau_{<\phi}] = \left[\frac{\sigma_{\phi}}{2} \right] = \frac{125 * 10^6}{2} = 62.5 \text{ мПа}$$

$$\tau_{cpb} = \frac{37.5 * 10^8}{3.14 * 6 * 0.88 * 6} = 37.69 * 10^6 < 164 * 10^6 \text{ Па}$$

$$\tau_{cp\phi} = \frac{151 * 10^8}{3.14 * 35 * 0.88 * 17} = 9.18 * 10^6 < 62.5 * 10^6 \text{ Па}$$

Висновок допустимі навантаження більші чим розраховані .

Для болта

$$\tau_{ch,} < [\tau_{ch,}] - 37.69 * 10^6 < 164.10^6 \text{ Па}$$

Для фданця .

$$\tau_{срф} < [\tau_{срф}] - 9.18 * 10^6 < 62.5 * 10^6 \text{ Па}$$

6.7. Розрахунок гідроциліндра впорскування .

При проектуванні гідроциліндра віхідними даними являється : зусилля R_n , тиск робочої рідини p_r , допустиме напруження $[\sigma]$ для метала із якого виготовлений гідроциліндр .

Зовнішній діаметр гідроциліндра D_n визначають з співвідношення , отриманого з теорії розрахунку товстостінних судів згідно , працюючих під внутрішнім тиском .

$$R_n / R_{\phi} \geq 1.5$$

де R_H, R_B - зовнішній та внутрішній радіус циліндра .

В стінках циліндра, спираючогось на фланець (мал. 6), при роботі виникають радіальні σ_r , тангінціальні σ_t , та вісьові напруження σ_z . Ці напруження можуть бути визначині по формулі Ламе :

$$\sigma_r = \frac{p_r * R_B^2}{R_H^2 - R_B^2} \left(1 - \frac{R_H^2}{r^2} \right)$$

$$\sigma_t = \frac{p_r * R_B^2}{R_H^2 - R_B^2} \left(1 + \frac{R_H^2}{r^2} \right)$$

$$\sigma_z = p_r * R_B^2 / (R_H^2 - R_B^2)$$

$$R_B = 12 \text{ mm}$$

$$R_H = 12 * 1.5 = 18 \text{ mm}$$

$$\sigma_r = \frac{5 * 10^6 * 12^2}{18^2 - 12^2} \left(1 - \frac{18^2}{12^2} \right) = -5 \text{ МПа}$$

$$\sigma_t = \frac{5 * 10^6 * 32.5^2}{48.75^2 - 32.5^2} \left(1 + \frac{48.75^2}{32.5^2} \right) = 13 \text{ МПа}$$

$$\sigma_z = 5 * 10^6 * 12^2 / (18^2 - 12^2) = 4 \text{ МПа}$$

В відповідності з енергетичною теорією міцності еквівалентні напруження знаходимо по формулі.

$$\sigma_{EKB} = \sqrt{0.5[(\sigma_r - \sigma_t)^2 + (\sigma_t - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_r)^2]} \leq [\sigma]$$

$[\sigma]$ для легованої сталі 62.5 МПа .

$$\sigma_{екв} = \sqrt{0.5[(-5 - 13)^2 + (13 - 4)^2 + (4 - (-5))^2]} = 18 \text{ МПа} \leq 62.5 \text{ МПа}$$

Визначаємо зовнішній діаметр циліндра.

$$D_H = D_B \sqrt{\frac{[\sigma]}{[\sigma] - 1.73 p_r}}$$

$$D_H = 24 \sqrt{\frac{62.5}{62.5 - 1.73 * 5}} = 26 \text{ мм}$$

Визначаємо товщину стінки δ_1 , може бути визначена сліду-
чим чином .

$$\delta_1 = \frac{1}{2} D_B \left(\sqrt{\frac{[\sigma]}{[\sigma] - 1.73 p_r}} - 1 + c_I \right)$$

$$\delta_1 = \frac{1}{2} * 24 * \left(\sqrt{\frac{62.5}{62.5 - 1.73 * 5}} - 1 + 0 \right) = 5 \quad \text{мм}$$

де Сп припуск на проточку приймаємо “0” .

Сферичні днища гідроциліндра мають товщину $\delta_2 = (1 \div 1.3) \delta_1$

$$\delta_2 = (1 \div 1.3) 5 = 5 \quad \text{мм}$$

Радіус сфери $R_C = (1 \div 1.2) R_B$

$$R_C = (1 \div 1.2) 12 = 12 \quad \text{мм}$$

Товщина плоского днища δ_3 може бути розраховане по формулі .

$$\delta_3 = \sqrt{p_r * R_B^2 / (\psi [\sigma])}$$

де ψ коефіцієнт, враховуючий ослаблення днища отвором для підвода рідини ($\psi = 0.7 \div 0.8$)

$$\delta_3 = \sqrt{5 * 12^2 / (0.7 * 12)} = 9.25 \quad \text{мм}$$

Перехідну частину до фланця виконують з округленням $r_1 = (0.15 \div 0.2) \delta_3$

$$r_1 = 0.18 * 10.25 = 1.85 \quad \text{мм}$$

Зовнішній діаметр фланця D_ϕ може бути визначений по слідуючій формулі отриманої , з умови досягнення допустимого напруження зминання опорних поверхней фланця.

$$D_\phi = \sqrt{\frac{4 P_H + [\sigma_{CM}] D_H^2 \pi}{\pi [\sigma_{CM}]}}$$

де $[\sigma_{CM}]$ -допустиме напруження зминання , рівне 80-100 мПа

$$Q_{инж} = 80 * 10^6 \frac{3.14 (65 * 10^{-3})^2}{4} = 235.1 \text{ кН}$$

$$D_\phi = \sqrt{\frac{4 * 235.1 * 10^3 + 80^2 * 3.14}{3.14 * 80}} = 97 \quad \text{мм}$$

Висота фланця залежить від товщини стінки циліндра та повинна прийматись рівною $h_1 = 1.5(R_H - R_B)$

$$h_1 = 1.5(18 - 12) = 9 \quad \text{мм}$$

Запас по міцності гідроциліндра $\frac{[\sigma]}{\sigma_{екв}}$

$$\frac{62.5}{18} = 3.4 \quad \text{раз}$$

Висновок : даний гідроциліндр може бути використаний в механізмі впорскування.

6.8. Тепловий розрахунок модернізованого та стандартного ливників в системі Ansys

Для визначення теплових втрат при проходженні литника задаємо граничні умови і проводимо розрахунок.

$T_{зов} = 70C^\circ$ граничні умови 1го роду.

$T_{внут.} = 200C^\circ$ граничні умови 3го роду.

$\alpha = 1000 \frac{Вт}{(м^2 * К)}$ - коефіцієнт тепловіддачі.

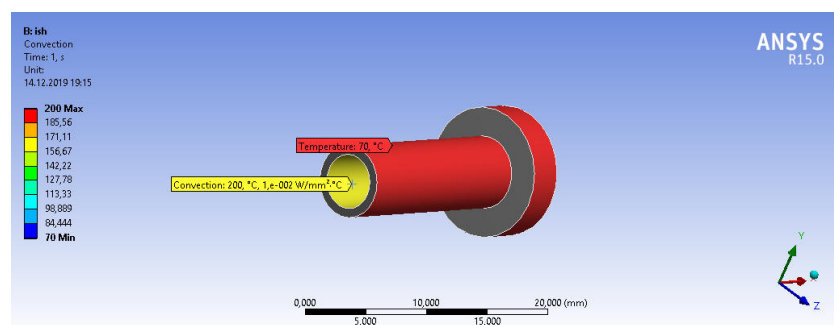


Рисунок 6.6 Граничні умови базового ливника.

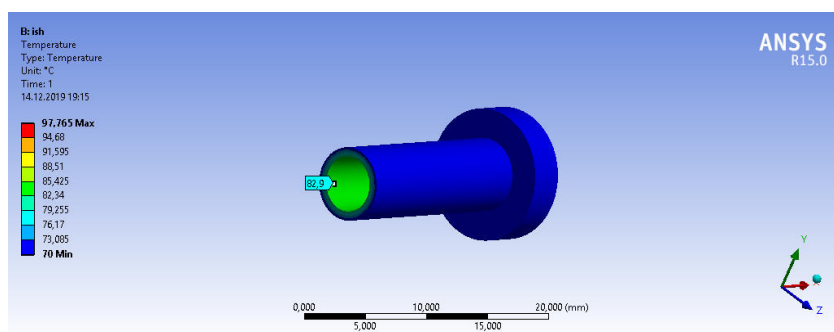


Рисунок 6.7 Результат розрахунку базового ливника.

Після розрахунку бачимо, що температура внутрішньої стінки 82,9 МПа.

Тепер проводимо розрахунок для модернізованого ливника.
Задаємо такі самі граничні умови.

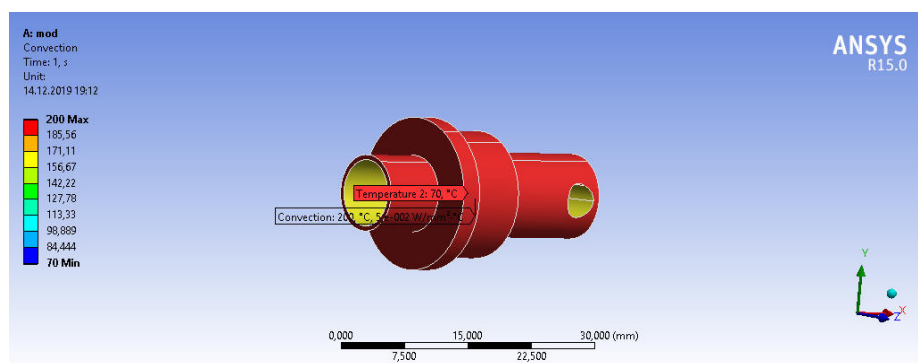


Рисунок 6.8 Граничні умови модернізованого ливника.

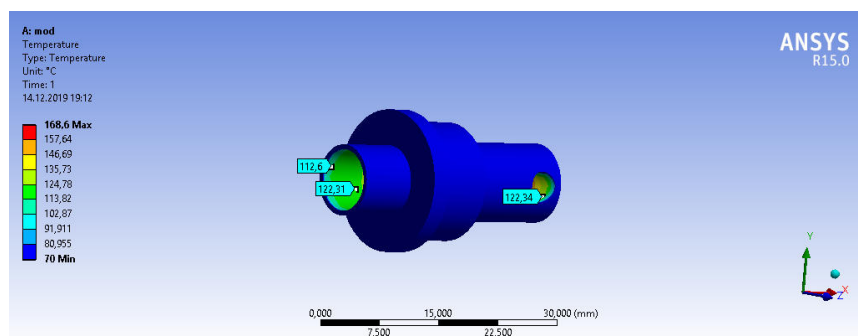


Рисунок 6.9 Результат розрахунку модернізованого ливника

Після розрахунку бачимо, що температура при вході матеріалу в ливник становить 122,31 МПа, а при виході 122,34 МПа.

Висновок: Через те, що температура всередині модернізованого ливника вища, а отже теплові витрати будуть нижчі на 30 С°

6.9. Розрахунок деформацій і напружень похилого виштовхувача у системі Ansys

Спочатку закріплюємо деталь та даємо навантаження поступово збільшуючи їх: P=80,100,120,150МПа.

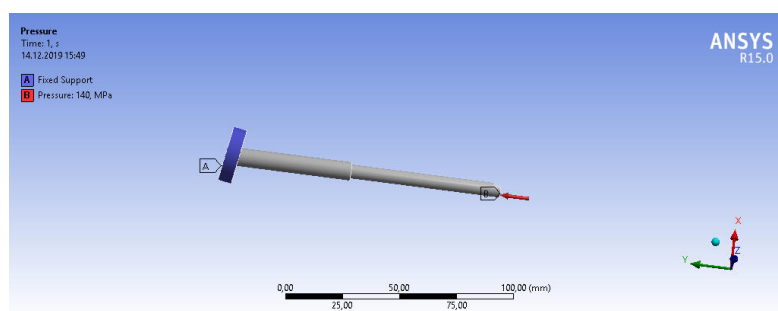


Рисунок 6.10 Закріплення та навантаження виштовхувача

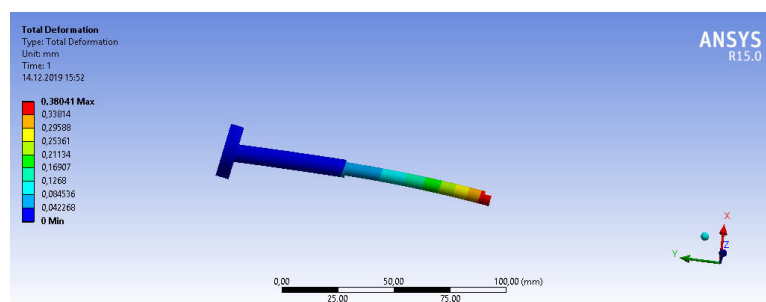


Рисунок 6.11 Загальні деформації при P=80МПа.

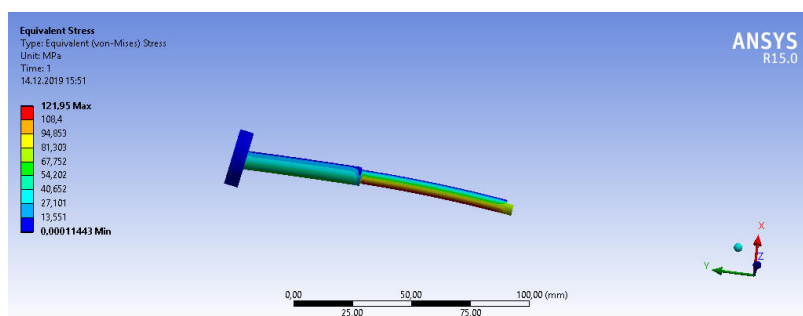


Рисунок 6.12 Еквівалентні напруження за мізесом при $P=80\text{МПа}$.

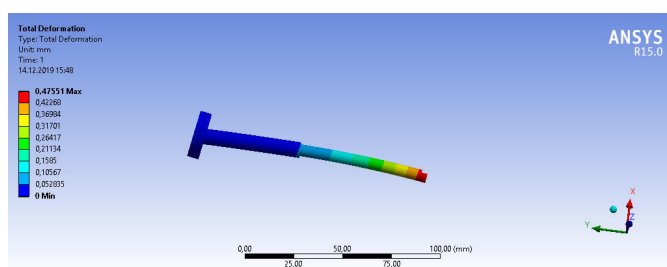


Рисунок 6.13 Загальні деформації при $P=100\text{МПа}$.

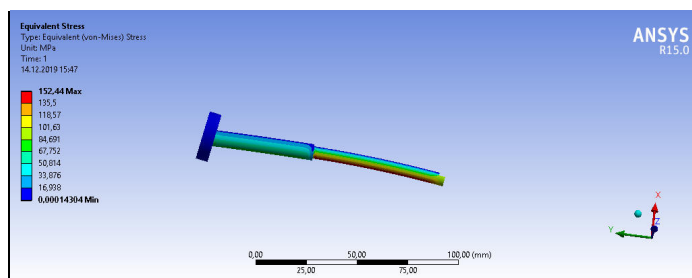


Рисунок 6.14 Еквівалентні напруження за мізесом при $P=100\text{МПа}$.

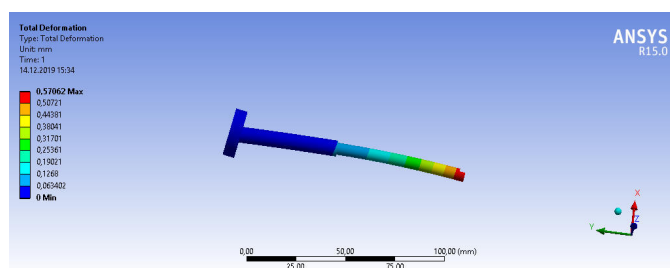


Рисунок 6.15 Загальні деформації при $P=120\text{МПа}$.

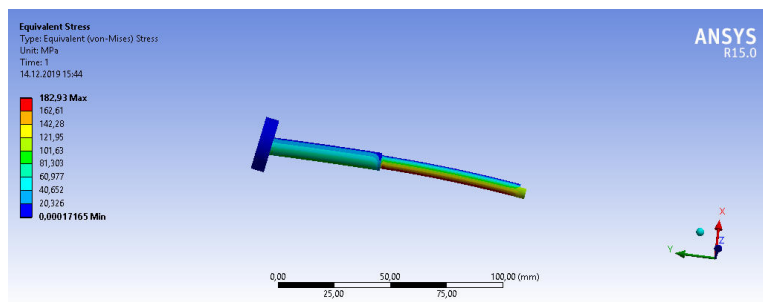


Рисунок 6.16 Еквівалентні напруження за мізесом при $P=120\text{МПа}$.

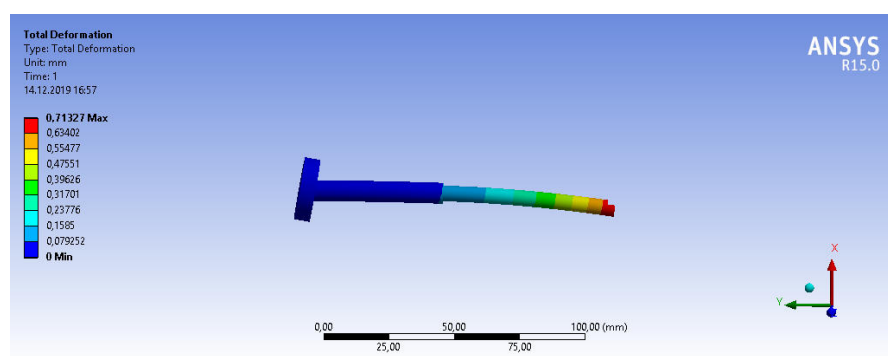


Рисунок 6.17 Загальні деформації при $P=150\text{МПа}$.

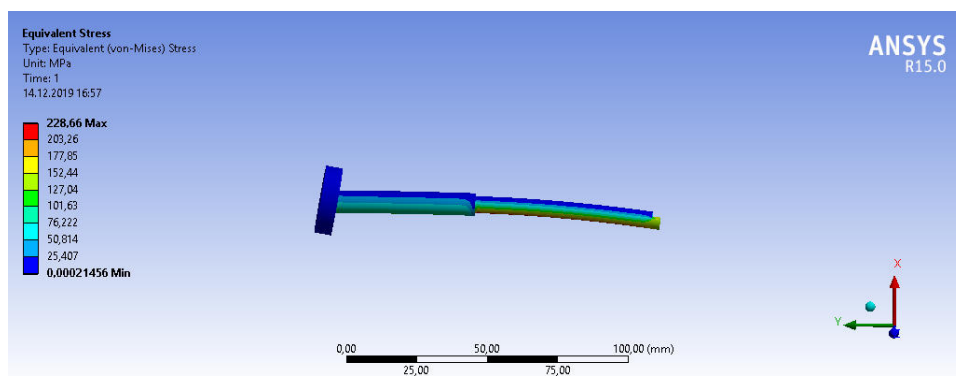


Рисунок 6.18 Еквівалентні напруження за мізесом при $P=150\text{МПа}$.

Тепер для визначення критичної умови будемо гравіки залежності деформації від тиску і напруження від тиску.

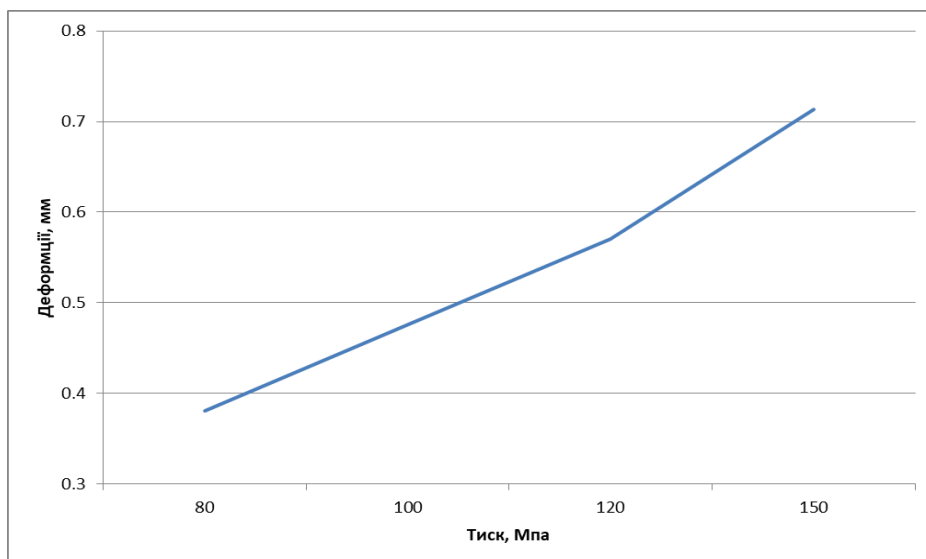


Рисунок 6.19 Графік залежності деформації від тиску.

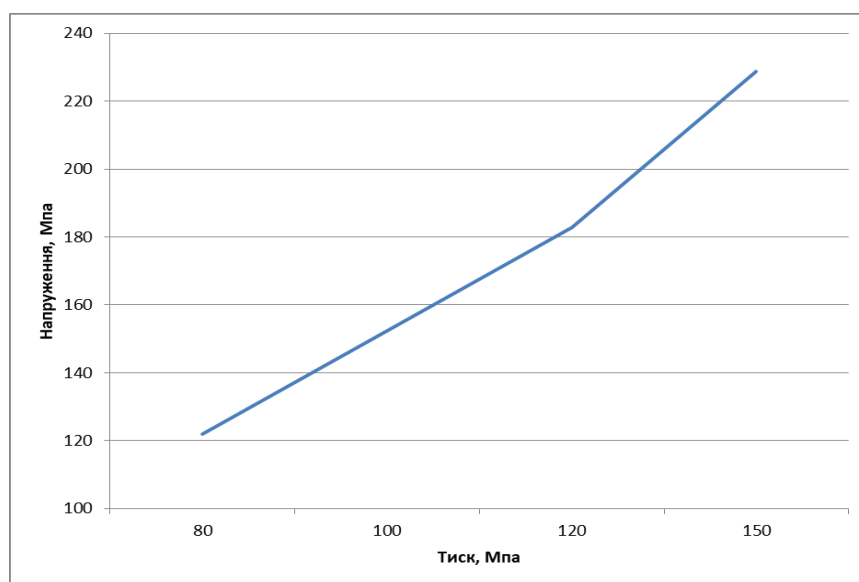


Рисунок 6.20 Графік залежності напруження від тиску.

Висновок: Порівнюючи графіки можна зробити висновок, що при навантаженні $P=120\text{МПа}$ виштовхувач почне ламатися, а отже данне навантаження є критичним.

7.МОНТАЖ

| | |
|--|----|
| Вступ..... | 2 |
| 7.1. Складання прес-форми для лиття під тиском..... | 3 |
| 7.1.1Ескіз прес-форми..... | 3 |
| 7.1.2Специфікація..... | 4 |
| 7.1.3Схема збирання..... | 5 |
| 7.1.4Операційна карта складання..... | 6 |
| 7.2. Монтаж машини на фундаменті..... | 7 |
| 7.2.1 План- схема розміщення фундаментних болтів... .. | 7 |
| 7.2.2 Карта ескізів монтажу..... | 8 |
| 7.2.3Операційна карта монтажу..... | 14 |
| 3. Експлуатація обв'язувальної машини. | |
| 7.3.1 Схема змащення..... | 16 |
| 7.3.2 Таблиця змащення..... | 17 |
| 7.4.Висновок..... | 18 |

ВСТУП

При виконанні розділу «Технологія монтажу та експлуатації» магістерської дисертації було розроблено технологічні процеси складання

вузла «Прес-форма» та технологія монтажу і експлуатації машини для лиття під тиском.

У наступних підрозділах описані порядок і всі етапи розробки даних

технологічних процесів.

7.СКЛАДАННЯ ПРЕС-ФОРМИ ДЛЯ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ

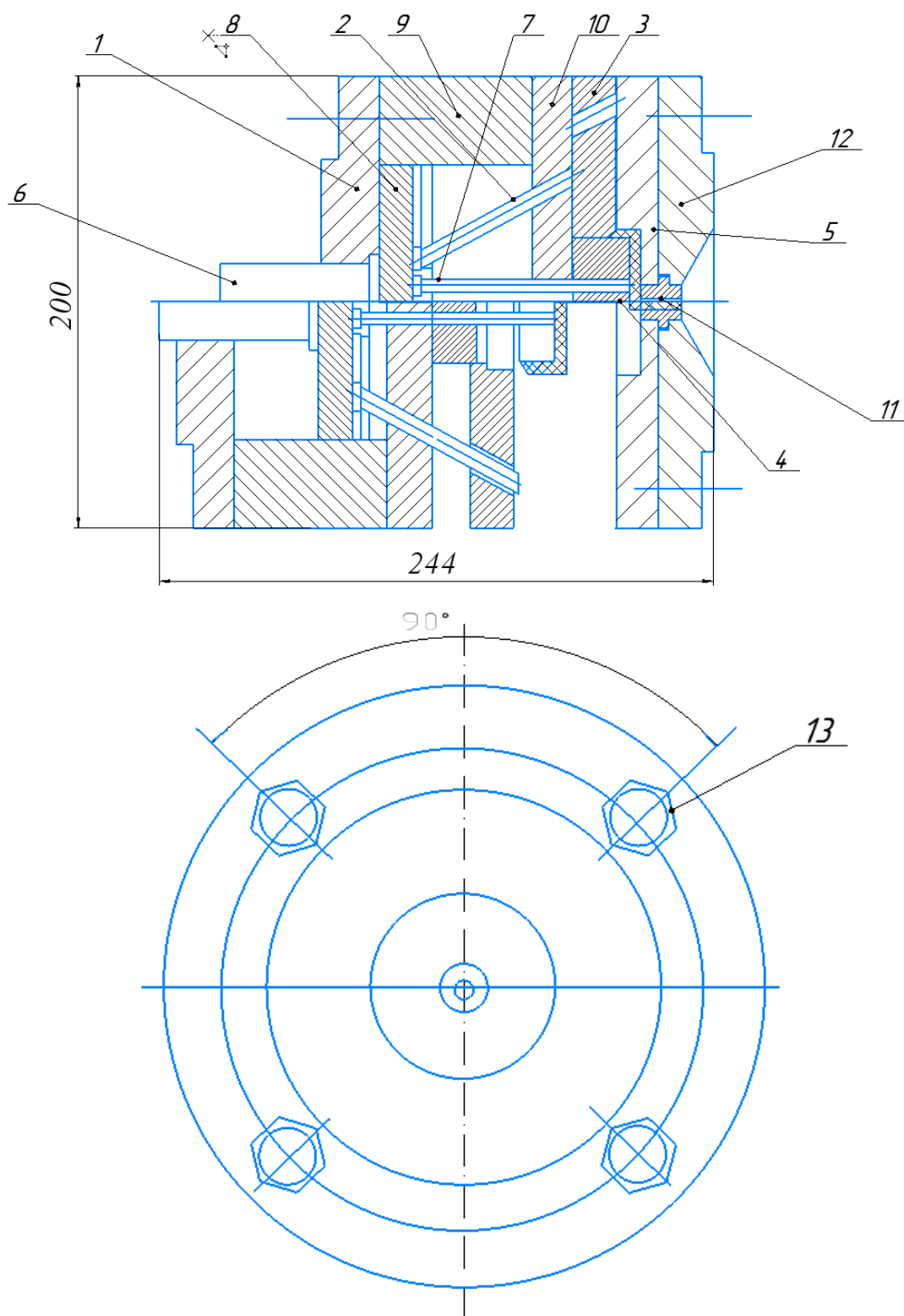
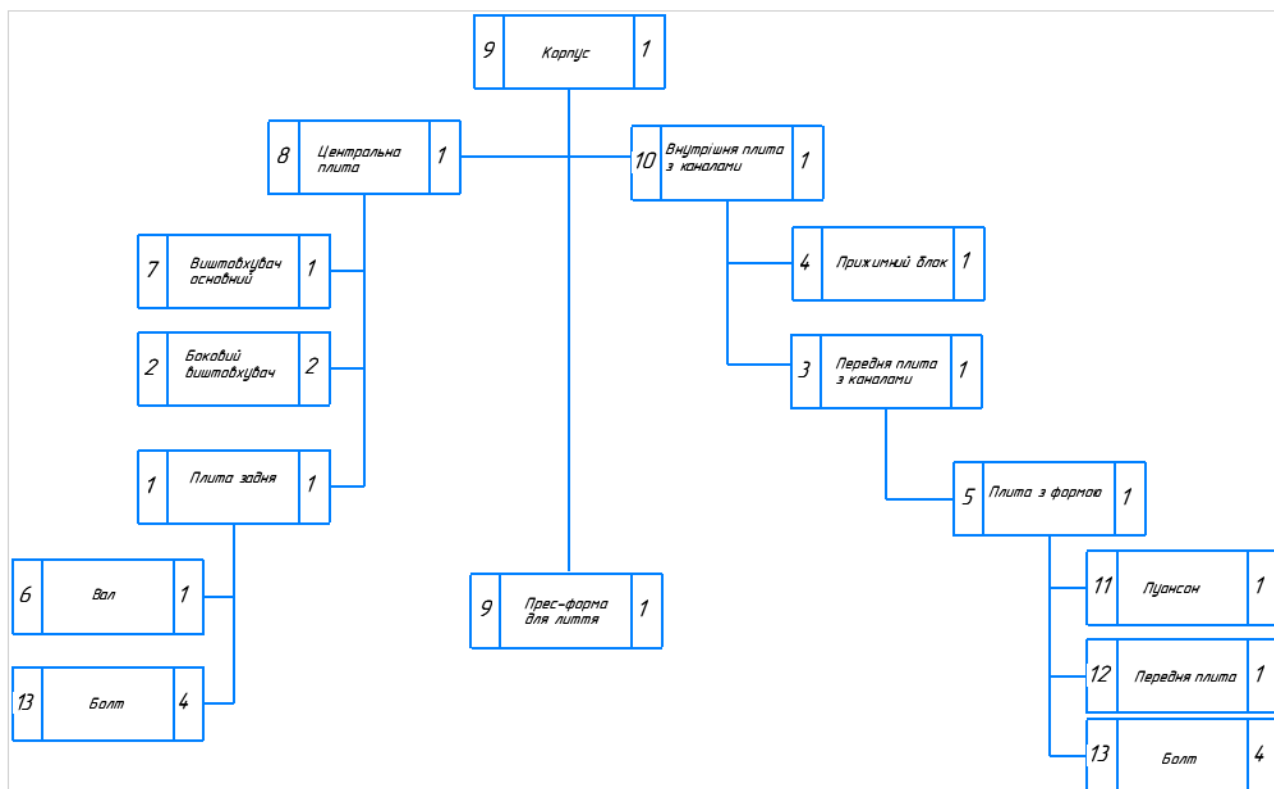


Рисунок 7.1. Ескіз прес-форми.



[illegible]

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|----------|------------|------|------------------------|--|--|--|------------|------------|--------------|--|---|
| | | | | | ЛП81МП.021244.02.70-СК | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Зм. | Арк. | № Докум. | Підп ис | Дата | | | | | | | | | |
| Розроб. | | Дудка | | | Прес-форма для | | | | Літ. | Ар- куш | Ар- кушів | | |
| Перев. | | Борщик | | | | | | | | | | | 1 |
| Коригув. | | Калесов | | | | | | | ІТУМ ШІП І | | | | |

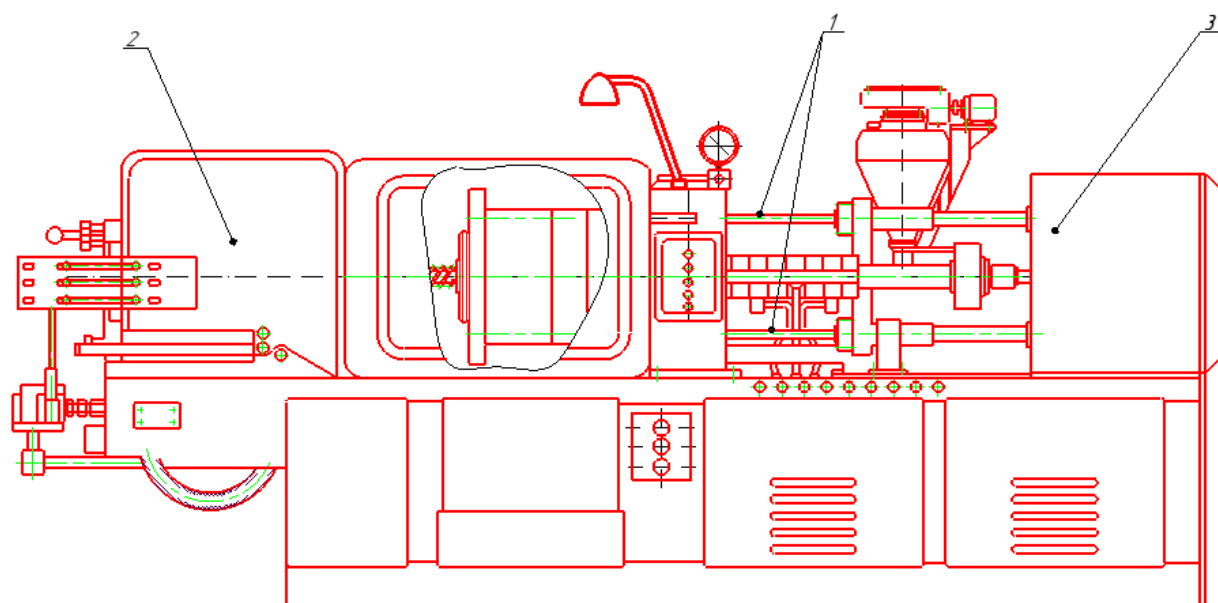


Рисунок 7.3 – Схема змащення прес-форми

Таблиця 7.1 – Таблиця змащення прес-форми

| № поз. | Найменування змащувального вузла | Найменування змащувального матеріалу | Кількість точок змащування | Спосіб нанесення мастила | Періодичність | Примітка |
|--------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|---|----------------|----------|
| 1 | Змащення направляючого валу | Масло Гідравлічне МГЕ-46 ГОСТ 17479 | 2 | Змащення проводиться шляхом нанесення на поверхню через пульверизатор | 1раз/3 місяців | |
| 2 | Змащення механізму змикання | Масло Гідравлічне МГЕ-46 ГОСТ 17479 | 6 | Змащення проводиться шляхом нанесення на поверхню через пульверизатор | 1раз/3 місяців | |
| 3 | Змащення двигуна гідроциліндра | Масло Гідравлічне МГЕ-46 ГОСТ 17479 | 4 | Змащення проводиться шляхом нанесення на поверхню через пульверизатор | 1раз/3 місяців | |

7.4.ВИСНОВОК

Під час виконання розділу технологія монтажу та експлуатація Мащини для лиття під тиском було виконане наступне: побудовано схеми ескізів вузла прес-форми, були виконані специфікації до машини та розроблені операційні карти збирання вузла, машини і карту змащення прес-форми.

8.ОХОРОНА ПРАЦІ.

Відповідно до закону України про охорону праці прийнятому в 1992 р., громадян які працюють на підприємстві необхідно забезпечити безпечними умовами праці. Поліпшення умов праці, підвищення безпеки впливають на результати виробництва, на продуктивність праці, на якість продукції і її собівартість продукції що випускається на цьому підприємстві.

8.1. Виявити шкідливі та небезпечні виробничі чинники.

В даному розділі дипломного проекту аналізуються умови праці робітника у виробничому приміщенні де виготовляються вироби з поліетилену високого тиску на ТПА. В продовж роботи ТПА найбільш ймовірні такі шкідливі та небезпечні фактори:

- повітря робочої зони;
- шум та вібрація;
- промислове освітлення;
- електробезпека;
- пожежна безпека;
- безпека впливу частин , що рухаються та обертаються.

8.2. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів.

8.2.1Мікроклімат

У виробничому приміщенні за ТПА працює 2 робітника – оператор та помічник. В нашому випадку, згідно з п.13 доповнення 1 до ГОСТ 12.1.005-88 робота оператора та помічника підлягає

під категорію 1б – легка фізична робота, так як до категорії 1б відносяться роботи які, виконуються в положенні сидячи та стоячи або зв'язані з ходінням і супроводжуються незначними фізичними навантаженнями, супроводжуються енерговитратами 121..150 ккал/годину (140..174 Вт).

При термопластифікації виділяються пари оксиду вуглецю, які визивають подразнення дихальних шляхів, сприяючи отруєння (інтоксикацію), а при високих концентраціях – приводить до смерті білих пацієнтів.

По ГОСТ 16337-85 поліетилен має слідує характеристику:
зовнішній вигляд – гранулі розміром не більше 10 х 6 мм або крупнозернистий порошок;

колір – (марка Т) різні кольори;

щільність – 0,919 г/см³;

втрати маси при сушці – 0,8%, не більше;

температура плавлення 105 – 108 °С.

З ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» значення ПДК поліетилену

10 мг/м³, клас безпеки IV- безпечний.

Показники, характеризуючі мікроклімат, є (ГОСТ 12.1.005-88):

- температура повітря;
- відносна вологість повітря;
- швидкість руху повітря;
- інтенсивність теплового випромінювання.

Вимірювання параметрів проводилися в аналогічному приміщенні на початку, в середині та кінці холодного та теплого періодів року, по 3-ри рази кожної зміни.

Значення виміряних величин температури, відносна вологість та швидкість руху повітря у робочій зоні виробничого приміщення приведені у таблиці 8.1.1.

Таблиця 8.1.1

Значення величин температури, відносна вологість та швидкість руху повітря у робочій зоні виробничого приміщення.

| Період року | Категорія робіт | Температура, °С | | Відносна вологість, % | | Швидкість руху, м/с | |
|----------------------|-----------------|-----------------|----------|-----------------------|----------|---------------------|----------|
| | | Оптимальна* | Фактична | Оптимальна* | Фактична | Оптимальна* | Фактична |
| Холодний період року | 1б | 21-23 | 17 | 40-60 | 60-65 | 0,1 | 0,1 |
| Теплий період року | 1б | 22-24 | 31 | 40-60 | 40-45 | 0,1 | 0,2 |

* Санитарные нормы микроклимата производственных помещений

При підвищенні температури вище 30 °С працездатність людини починає падати.

Недостатня вологість призводить до інтенсивного випаровування вологи зі слизових оболонок, їх пересихання та розтріскування, забруднення хвороботворними мікробами.

Підвищення швидкості руху повітря погіршує самопочуття, оскільки сприяє підсиленню конвективного теплообміну та процесу тепловіддачі при випаровуванні поту.

Засоби до нормалізації мікроклімату:

- впровадження нових технологій та обладнання, які не пов'язані з необхідністю проведення робіт в умовах інтенсивного нагріву дасть можливість зменшити виділення тепла у виробничі приміщення;

- для нормалізації мікроклімату виходячи що ТПА це тепловий апарат, потрібно раціонально розмістити машину в цеху, під аераційним ліхтарем, щоб теплові потоки від машини не перехресувались на робочих місцях;

- по таблиці 8.1.1 видно що фактичні значення температури відходять від нормативних значень, тому потрібно передбачити раціональну вентиляцію, опалення та кондиціонування повітря;

- фактичне значення відносної вологості та швидкості руху повітря у нормі;

- на випадок аварії при термопластифікації (концентрація поліетилену перевищує ПДК) у оператора повинні бути індивідуальні засоби захисту органів дихання (респіратор типа «лепесток», «астра», «РУ-60М»).

- застосування теплоізоляції устаткування та захисних екранів.

В якості теплоізоляційних матеріалів широко використовуються: азбест, азбоцемент, мінеральна вата, склотканина, керамзит, пінопласт;

- в машинах даного класу, для боротьби з випромінюванням нагрівачів опору, які розташовані в трьох зонах нагріву, і мають кожна з них робочу потужність 1,5 кВт та температуру 350 °С, виконане екранування та ізоляція зон обігріву від навколишнього се-

редовища, зменшенню випромінювання також впливає система охолодження яка є елементом системи термостабілізації.

8.2.2. Вентиляції .

За рахунок того що в цеху не використовується природня вентиляція, в теплий період року різниця температур у приміщенні та на вулиці невелика, яка є основним фактором природної вентиляції, використовуємо штучну вентиляцію.

За характером впливу на організм оксид вуглецю відноситься до загальнотоксичним.

В цеху використовується загальна приточна та місцева витяжна вентиляції .

Мінімальна кількість повітря, яку необхідно подати для розрідження токсичних газів або парів полімеру над черв'ячним пластифікатором до безпечної концентрації допустимої в нормах "ГОСТ 12.1.005 – 88".

Вентиляційний зонт ефективно може працювати в тому випадку, якщо об'єм підтікаючої течії повітря менше об'єму витягнутого вентилятором повітря.

Розміри вхідного отвору зонти повинні бути більшими розмірів джерела забруднення. Для надійності роботи зонти необхідно, щоб вертикальний шлях між кромкою зонти і верхньою кромкою накритого осередку забруднення газами був мінімальним.

8.2.3. Загазованість.

Іншим шкідливим фактором при роботі з литтєвою машиною є дія на навколишнє середовище тих шкідливих газів які виділяються при деструкції полімерів. При переробці поліетилену високої

густини у виробі в повітрі виробничого приміщення виділяються: окис вуглецю, органічні кислоти, їх ГДК відповідно 0,15г/кг та 0,35г/кг, фактичні показники відповідно 0,1г/кг та 0,24г/кг, що є нормою. У зв'язку з застосуванням у виробництві поліетилену високого тиску у вигляді гранул викидів у вигляді пилу поліетилену не передбачається.

Метод боротьби з газами які виділяються при деструкції полімеру, для боротьби з таким чинником в даному випадку використана система вентиляції та витяжки, витяжка розміщена над матеріальним циліндром, в якому відбувається пластифікація полімеру. В деяких випадках при деструкції високотоксичних полімерів, використовують індивідуальні засоби захисту органів дихання, та автоматичні системи управління лінією.

Для контролю за складом шкідливих речовин в повітрі робочої зони виробничої ділянки повинен бути забезпечений відбір проби повітря не рідше одного разу в квартал при характерних виробничих умовах.

8.2.4. Промислового освітлення .

В приміщені, де знаходиться ТПА, є три вікна, які не дають необхідної кількості світла, тому в приміщені були встановлені лампи типу ЛД (лампи денного світла). На 30 м² було встановлено 9 таких ламп, також були використані лампи накаливання для місцевого освітлення на кожному робочому місці.

Характеристика роботи – середньої точності, разряд роботи – IV, контраст об'єкта – середній. Тому освітлення на робочому місці повинно бути $E_n=400$ лк.

Після вимірів освітленість на робочому місці відповідає нормам $E_f = 520$ лк, так як $E_f > E_n = 400$ лк. Прийняті міри до максимального використання природного освітлення:

- промислове приміщення просторе;
- пройоми де проходить світло не загородженні;
- норми природного освітлення встановленні з умови обов'язкової регулярної очистки скла світлових проємів в строки 4 рази на рік (у приміщенні з виділенням пилу).

8.2.5 Електробезпека.

1. Клас приміщення по ПУЕ – III.

2. Для даного випадку у машині, зоною підвищеної електробезпеки може бути силове обладнання, автоматика живиться від трьохфазного змінного струму напругою 380/220 В, $f=50$ Гц.

3. Причинами травм під дією електрики можуть: бути порушення техніки безпеки, відсутність або бошкодження заземлення.

4. Для боротьби з електробезпекою є система автоматики організована таким чином: включає в себе запобіжну систему від перевантаження, від короткого замикання, також машина повинна бути заземлена до шини заземлення, також оператор повинен працювати на ізолюючому від фундаменту помості. Усі металічні частини машини повинні бути занулені до нульового проводу сіті. Для захисту від іскрових разрядів статичної електрики необхідно машину присоєдинити до заземлюючого пристрою.

8.2.6. Пожежна безпека.

1. Матеріал який використовується для роботи в ТПА - поліетилен високого тиску. Відноситься до 4-го класу небезпечності.

2. Категорія пожежної небезпеки виробництва по ОНТП 24-86 – А. Ступень огнестійкості будівель по СНиП 2.09.02-85 – П. Категорія та група взривонебезпечних речовин ПАТ2.

3. В машині, основними факторами виникнення пожежі може бути недотримання персоналом правил технології переробки термопластів, несправність електрообладнання, та нехтування правилами протипожежної безпеки на підприємстві.

При займанні системи автоматики, необхідно першим чином вимкнути систему електроживлення потім, можна гасити пожежу, якщо вимкнути неможливо, то електрообладнання можна гасити лише вуглекислотними, вуглекисотно-бромметиловими, порошковими та хладоновими вогнегасниками, вуглекисотно-бромметиловими вогнегасниками рекомендується гасити пожежі через віконні та дверні прорізи, так як заряд вогнегасника токсичний. Відповідно до СНиП 2.09.02-85 в приміщенні знаходяться два евакуовиходи. Сам цех – це приміщення, яке розташоване на першому поверсі. Ширина шляхів евакуації не менше одного метру, а дверей на шляху евакуації – не менше 0,8 м. Також в приміщенні повинні бути пристосовані контейнери для піска чи войлока. Засоби пожеготушіння повинні бути справні та розміщатися у легкодоступних місцях. Аварійний запас противогазів та спецодягу повинно зберігатися в установленому місці СНиП 2.09.02-85. Так як при горінні полімер виділяє шкідливі речовини в приміщенні повинні знаходитися індивідуальні засоби захисту (шлангові противогази, фільтруючі промислові противогази чи кислородними ізолюючими засобами).

8.2.7. Безпека впливу частин, що рухаються і обертаються.

Одним з методів боротьби з травматизмом в машинах даного класу, є ізоляція зони пресування, загородженням з системою запобіжної автоматики, це зроблено для того, щоб руки не могли потрапити в зону пресування, запобіжна автоматика функціонує таким чином що пресування, чи технологічний процес неможливий при відкритому загородженні. Таким чином з допомогою огороження захищені всі частини, що обертаються.

8.3. Розрахунок шуму.

Джерелом шуму при роботі машини є:

- гідро двигун;
- електродвигун;
- вентилятори охолодження;
- механізм запирання;
- механізм підводу сопла.

Тому потрібно прийняти наступні міри до послаблення шуму:

- змазка всіх поверхонь, що труться, також належність прокладних матеріалів;
- застосування захисних кожухів;
- встановлення машини на шумопоглинальні гумові прокладки товщиною 15-20 мм та на віброоснову.

У даному випадку спостерігається технологічна вібрація, яка переходить через опорні поверхні на оператора. Робітник слабо піддається вібрації, бо знаходиться далеко від основи машини – біля пульту управління. Таким чином спільна вібрація не діє на організм оператора. Рівень технологічної вібрації в

виробничому приміщенні не перевищує 80 дБА, що відповідає

ДСН 3.3.6.037 – 99.

Зниження вібрації досягається прийманням наступних мір:

- за рахунок використання амортизаторів;
- за рахунок додаткових ребер жорсткості;
- за рахунок встановлення екрану.

Сумарний час роботи в контакт з вібрацією не перевищує 2/3 робочої зміни. Тривалість неперервної дії вібрації не перевищує 5 – 10 хв. При такому режимі обідня перерва не менше 40 хвилин.

Для цеха де встановлені литтєві машини проводиться розрахунок рівня шуму. Розрахунки робляться у відповідності зі СНіП 11-12-77.

Рівень тиску від джерел

$$\alpha_{\text{сум}} = \alpha_p + 10Lg\left(\frac{\chi}{S_i} + \frac{4n}{Bm}\right) = 88 + 10Lg\left(\frac{3*3}{79} + \frac{4*2}{138.24}\right) = 80.3,$$

де α_p – октавний рівень звукової мощності, дорівнює 88 дБ,

χ - безрозмірний коефіцієнт, який враховує вплив ближнього поля для крупногабаритного обладнання, дорівнює 3,

S_i – площа поверхні джерела шуму, м² дорівнює 79,

n – кількість джерел шуму,

m – загальне число джерел шуму,

Bm – постійна приміщення з джерелом шуму, м³, знаходимо по формулі:

$$Bm = \frac{V}{20} = \frac{24*24*4.8}{20} = 138.24$$

Перевищення рівня звукового тиску є 80,3-80=0,3 дБ, що в рамках норми

8.4 Висновок.

- Проаналізував умови праці робітника у виробничому приміщенні вироблення виробів з поліетилену робимо висновок:

- для приведення параметрів мікроклімату приміщення до норми потрібно: раціонально розмістити машину в цеху під аераційним ліхтарем, опалення у холодний період року, кондиціювання повітря; для підтримання складу повітря у нормі (ПДК стиролу не перевищувало нормативне значення) передбачено приточно-витяжну вентиляцію, вентиляційний зонт (розрахунок п.7.2). Вологість і швидкість руху повітря у приміщенні знаходяться у нормі по ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

- машина даного класу сприяє до шуму та вібрації, щоб забезпечити нормальні умови праці оператору потрібно періодично змазувати поверхні, що труться; застосовувати захисні кожухи; машину потрібно встановити на шумопоглинальні та віброоснови.

- освітлення виробничого приміщення відповідає нормам

$$E_f = 520 \text{ лк} > E_n = 400 \text{ лк}.$$

- Засоби по охороні праці, закладені у проекті по забезпеченню небезпечного виробництва.

Основними умовами, забезпечуючи безпеку технологічного процесу є:

- дотримання технологічних параметрів виробництва;
- справність обладнання, електрообладнання;
- ефективна робота приточно-витяжної вентиляції;
- герметичність обладнання;
- відповідність санітарним нормам повітряного середовища виробничого приміщення;
- справність заземлення машини;
- використання робітника засобів індивідуального захисту.

9 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ

9.1 Опис ідеї стартап-проекту

Стартап-проект має на меті імпорт литтєвих машин китайського виробництва, монтаж та повну консультацію в експлуатації.. Опис ідеї стартап-проекту наведений у таблиці 9.1.

Таблиця 8.1 Опис ідеї стартап-проекту

| Зміст ідеї | Напрямки застосування | Вигоди для користувача |
|--|---|--|
| Ідея проекту полягає в наданні можливості експлуатації китайських литтєвих машин у виробництві | 1. Інженерні послуги (монтаж, ремонт) . | Клієнт отримує можливість в послугах установки та ремонту машин. |
| | 2. Консультація в експлуатації. | Клієнт отримує можливість в отриманні повної консультації в експлуатації машини. |
| | 3.Вибір машини під виробництво. | Клієнт отримує можливість вибрати машину з необхідною потужністю. |
| | 4. Розробка програмного забезпечення. | Клієнт отримує можливість оновити, відновити або замінити програмне забезпечення в машині. |

Такий підхід дає можливість надати повний спектр послуг користувачу.

Також було проведено аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно з пропозиціями конкурентів:

- визначено перелік характеристик ідей та техніко-економічних властивостей;

- проведено збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для проектів-конкурентів та ідеї власного проекту та визначено перелік конкурентів на ринку;

- проведено порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначено показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні).

Таблиця 9.2 Порівняльний аналіз показників ідеї проекту

| № П/п | Характеристики ідеї | (потенційні) послуги конкурентів | | | | W (слабка Сторона) | N (нейтральна Сторона) | S (сильна Сторона) |
|----------|---|----------------------------------|---------|--------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| | | Мій Проект | Tongjia | Haitian Ukraine | ООО Станко- пласт | | | |
| 1. | Імпорт китайських машин | має | має | немає | немає | - | - | + |
| 2. | Інженерні послуги(ремонт, експлуатація) | має | немає | має | має | - | + | - |
| 3. | Консультація | має | немає | має | має | - | + | - |
| 4 | Розробка програмного забезпечення | має | немає | немає | має | - | - | + |

Згідно з порівняльного аналізу можна зробити висновок, що стартап-проект є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності [12].

9.2 Технологічний аудит ідеї стартап-проекту

В межах даного підрозділу проведено аудит способу, за допомогою якого можна реалізувати ідею проекту та наведено його у таблиці 7.3.

Таблиця 9.3 Технологічна здійсненність ідеї стартап-проекту

| п/п | Ідея проекту | Технології її реалізації | Наявність технологій | Доступність технологій |
|---|--|---|---|------------------------------|
| | Надання можливості експлуатації китайських машин у виробництві | Налагодження партнерства з компаніями-виробниками машин та набуття навичок в ремонті та експлуатації. Створення веб сайту та оренда офісу з комп'ютерною технікою для роботи персоналу. | Схожі компанії вже існують, але вони не мають тих чи інших послуг | Так, дані технології існують |
| Обрана технологія реалізації ідеї проекту: імпорт китайських литтєвих машин | | | | |

З результатів технологічної здійсненності ідеї стартап-проекту очевидно, що методи реалізації є можливими [12].

9.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Основними операторами ринку є державні та приватні конструкторські відділи, які виконують роботу тільки на власні підприємства та організації, що виконують послуги в сфері інжинірингу.

Таблиця 9.4 Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

| п/п | Показники стану ринку (найменування) | Характеристика |
|-----|--|-----------------|
| | Кількість головних гравців, од | 3 |
| | Загальний обсяг продаж, грн/ум.од. | 20000000 |
| | Динаміка ринку (якісна оцінка) | Зростає |
| | Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень) | Масштабність |
| | Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації | ДСТУ, ГОСТ, ISO |
| | Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), % | 60 |

За результатами аналізу таблиці можна зробити висновок, що ринок є привабливим для входження за попереднім оцінюванням [12].

9.4 Розроблення ринкової стратегії стартап-проекту

Розроблення ринкової стратегії передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 9.5).

Таблиця 9.5 Вибір цільових груп потенційних споживачів

| п/п | Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів | Готовність споживачів сприйняти продукт | Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту) | Інтенсивність конкуренції в сегменті | Простота входу в сегмент |
|-----|--|---|---|--------------------------------------|--------------------------|
| | Малі приватні промислові підприємства | Висока | Висока | Мала | Висока |
| | Середні приватні підприємства | Висока | Висока | Середня | Середня |
| | Великі промислові підприємства | Середня | Середній | Висока | Середня |

Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку (табл. 9.6).

Таблиця 9.6 Визначення базової стратегії розвитку

| п/п | Обрана альтернатива розвитку проекту | Стратегія охоплення ринку | Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи | Базова стратегія розвитку* |
|-----|--------------------------------------|---|--|----------------------------|
| | Наступник | Концентрація на потребах декількох цільових сегментів | Надання інженерних послуг всім видам промислових підприємств | Стратегія спеціалізації |

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (таблиця 9.7).

Таблиця 9.7 Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

| п/п | Чи є проект «першопрохідцем» на ринку? | Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих конкурентів? | Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які? | Стратегія конкурентної поведінки* |
|-----|---|---|--|-----------------------------------|
| | Ні, так, як вже існують компанії, які виготовляють машини на території України. | В планах компанії подальше розширення на інші види виробництв та пошук нових споживачів | Копіювання популярних послуг на ринку такі як: - консультація в експлуатації і імпорт машин. | Стратегія виклику лідера |

Відповідно до проведеного аналізу перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження, стан конкуренції, конкурентоспроможність проекту поява даного проекту є актуальна так як на ринку мала кількість компаній яка надає такий спектр послуг. І має перспективи росту на ринку послуг який відновлюється [12].

ВИСНОВКИ

У данній магістерській дисертації головною метою було модернізувати систему вприску.

Для цього було проведено аналіз технічної літератури і виявлено деякі недоліки машин для лиття під тиском.

З недоліків було виявлено: машинне масло, яке затікає в прес-форму, складність конструкції, деформація готової деталі, велика собівартість, складність установки машини та її ремонту, велика енергоємність лиття.

На основі обраного патенту, сутність модернізації полягає в введенні нових елементів і нового виконання відомих, яка дозволяє підвищити продуктивність і зменшити енергоємність процесу лиття.

Очікування полягає в тому, що буде більша продуктивність за рахунок модернізованого вузла.

ЛІТЕРАТУРА

1. Литтєва форма. Патент України №1703478 кл. В 29 С 45/27, 1992.
2. Литтєва форма для виготовлення полімерних виробів з отворами. Патент Російської Федерації №1705107 кл. В 29 С 45/27 , 1999
3. Литтєва форма. Авторське посвідчення СРСР № 1609695, кл. В 29 С 45/26, 1988
4. Державне підприємство "Український інститут промислової власності" (ДП «УІПВ»). Назва патенту: Прес-форма для лиття під тиском полімерів, В29С45/26,2006. [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL:
<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=102211&chapter=biblio>
5. Державне підприємство "Український інститут промислової власності" (ДП «УІПВ»). Назва патенту: Прес-форма для лиття під тиском полімерів, В29С45/26,2006. [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL:
<https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=84382&chapter=biblio>
6. “European Patent Organisation” Espacenet. Назва патенту: Injection mold. В29С45/46,2006, В29С45/40,2006. [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL:
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/067036184/publication/CN209036887U?q=CN%20209036887%20U>
7. European Patent Organisation” Espacenet. Назва патенту: Injection mold.. В29С45/27,2006 [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL:
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/056714386/publication/CN205497970U?q=CN205497970U%20>

8. European Patent Organisation” Espacenet. Назва патенту: Injection mold injection mechanism. B29C45/40,2006. [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/047035328/publication/CN202498702U?q=CN202498702U%20>
9. European Patent Organisation” Espacenet. Назва патенту: Injection mold. B29C45/26,2006.B29C45/42,2006. [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/067004459/publication/CN109940828A?q=CN109940828A>
10. European Patent Organisation” Espacenet. Назва патенту: Injection mold for cleaning channel conveniently. B29C45/17,2006, B29C45/26,2006. [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/066964181/publication/CN109910235A?q=CN109910235A>
11. Державне підприємство "Український інститут промислової власності" (ДП «УІПВ»). Назва патенту: Прес-форма для лиття під тиском полімерних виробів з піднутренням, B29C45/33,2006 [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL: <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=107958&chapter=biblio>
12. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] Медичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ: НТУУ”КПІ”, 2016. – 28 с.
13. Пантелеев А.П., Шевцов Ю.М., Горячев И.А. Справочник по проектированию оснастки для переработки пластмассы.
14. Гуревич С.Г. Машины для переработки термопластических материалов.

15. В.Е.Гуль, М.С. Акулин основы переработки пластмасс.-М.; Химия, 1985-400с.
16. Басов Н.І., Козаков Ю.Ю., Любартович В.А. – Розрахунок та конструювання обладнання для виробництва і переробки полімерних матеріалів – М.: 1986. – 486с.
17. Справочник по пластическим массам. В двух томах.Т1 Под ред. В.М. Катаева, В.А. Попова, Б.И. Сажина.М., «Химия», 1975.сир.88

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця розглянутих патентів.

| № | Предмет пошуку | Держава пошуку Класиф. Індекс МПК | Сутність заявленого технологічного рішення і мета його створення |
|---|--|--|--|
| 1 | Литтєва форма | B29C45/27, 1992. В.І. Бабийчук, (RU) І.С Кричевер, (RU) Г.Л. Ступишин (RU) | Підвищення надійності видалення литникової системи й спрощення конструкції форми. |
| 2 | Литтєва форма для виготовлення полімерних виробів з отворами | ВУ 8660 – 2004р, Марченко В.М., (ВУ) Петрович Т.Є. (ВУ) | Підвищення надійності гарантованого скидання виштовхнутих виробів за рахунок використання пружної деформації виробу. |
| 3 | Литтєва форма | SU 1268431 – 1984р, В.І. Бабийчук, (RU) Г.Л. Ступишин (RU) | Здійснення затримки розкриття руху повзунів з моменту початку розкриття форми. Прототип. |
| 4 | Прес форма для лиття пщ тиском полімерів | B29C45/26 Бурмістенков Олександр Петрович, Зпотенко (UA) Борис Миколайович, Костенко Петро Миколайович (UA) | Створення такої прес-форми для лиття під тиском полімерів, яка шляхом введення нових елементів інового виконання відомих, дозволила б підвищити продуктивність і зменшити енергоємність процесу лиття. |
| 5 | Прес форма для лиття пщ тиском | B29C45/08, 2006. B29C45/40, 2006. B29C45/80, 2006. B22B17/22, 2006. | Спрощенні конструкції прес-форми і поліпшенні якості отримання виливків. |

| | | | |
|---|------------------------------------|---|--|
| | | Головач Олег Миколайович(BY) Карпов Сергій Павлович(BY) | |
| 6 | Прес-форма для лття під тиском | B29C45/46,2006. B29C45/40,2006. Чен Жоюнг Чіан Жибінг(CN) | Суть форми полягає у тому, що завдяки їй можна домогтися не- великої інверсії та демонтажу простору, заощаджуючи простір форми та високий вихід. |
| 7 | Прес-форма | B29C45/27,2006. Гу Жінг(CN) | Суть полягає в тому, що корисна модель скорочує процес вприску за рахунок збільшення кількоти воріт, розплав конденсувати важче, втрати тепла невеликі, а якість виробу покращується. |
| 8 | Механізм вприску прес-форми | B29C45/40,2006. Хуежун Лі(CN) | Суть корисної моделі полягає в тому, що вона спрощує структуру прес- форми, знижує собвартість виготовлення форми та підвищує ступінь автоматичного виготовлення форми. |
| 9 | Прес-форма для тиття під тиском | B29C45/26,2006. B29C45/42,2006. Ванг Хули(CN) | Суть винаходу поля- гає у вирішенні про- блеми пошкодження прокладки і низької |

| | | | |
|----|--|---|---|
| | | | точності та запропо- нувати ізоляційну прокладку, яка має низькі виробничі вит- рати, високу точність та простоту виготов- лення. |
| 10 | Прес-форма для зручного очищення каналу | B29C45/17,2006. B29C45/26,2006. Ванг Чангліанг(CN) | Забезпечити швидке, постійне та ефективне виробництво, сприяє швидкій та стабільній заміні форми для різних типів заготовок, економить час та забезпечує стабільність виробничого обладнання. |
| 11 | Прес-форма для лиття під тиском полімерних виро- бів з піднутренням | B29C45/33,2006 Карлов Євген Анатолійович(UA) Васенко Світлана Євгенівна(UA) | Суть корисної моделі по- лягає в формуванні отво- рів в важкодоступних мі- сцях прес-форми з підну- тненням. |

ДОДАТОК В
Специфікації до креслень

| Формат | Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | 103 Примітка |
|--------|------|-------------------------|-----------------------|------|-----------------|
| | | | | | |
| | | | Документація | | |
| | | | | | |
| A1 | | ЛПмп-81.021243.001-70ВЗ | Деталі | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | 1 | ЛП81МП.021244.001.01 | Бункер | 1 | |
| | 2 | ЛП81МП.021244.001.02 | Прес-форма | 1 | |
| | 3 | ЛП81МП.021244.001.03 | Інжекційний вузол | 1 | |
| | 4 | ЛП81МП.021244.001.04 | Гідроциліндр інжекції | 1 | |
| | 5 | ЛП81МП.021244.001.05 | Шток | 1 | |
| | 6 | ЛП81МП.021244.001.06 | Пульт керування | 1 | |
| | 7 | ЛП81МП.021244.001.07 | Гідросистема | 1 | |
| | 8 | ЛП81МП.021244.001.08 | Станина | 1 | |
| | 9 | ЛП81МП.021244.001.09 | Циліндр пластикації | 1 | |
| | 10 | ЛП81МП.021244.001.10 | Командний блок | 1 | |
| | 11 | ЛП81МП.021244.001.11 | Механізм змикання | 1 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

